UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

JOYCE XAVIER MUZZI DE GOUVÊA

# Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral

SÃO PAULO
2016

JOYCE XAVIER MUZZI DE GOUVÊA

# Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral

**(Versão corrigida)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento.

Área de concentração: Neurociências e Comportamento

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte

SÃO PAULO
2016

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catalogação na publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Gouvêa, Joyce Xavier Muzzi de.
Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral / Joyce Xavier Muzzi de Gouvêa; orientadora Maria Elisa Pimentel Piemonte. -- São Paulo, 2016.
95 f.
Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1. Acidente vascular cerebral 2. Terapia de exposição à realidade virtual 3. Transferência (aprendizagem) I. Título.

RC388.5

Nome: GOUVÊA, Joyce Xavier Muzzi de

Título: Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Neurociências e Comportamento

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

**Agradecimentos**

Aos meu amados pais, que me proporcionaram uma formação pessoal e profissional de excelência e por todo amor e confiança.

Ao Joney, por todo o apoio nessa caminhada, com muito amor e me incentivando a crescer.

À Carolina por todo o incentivo, paciência, compreensão, ajuda e amor e, mais ainda, por me apresentar o verdadeiro papel que um educador deve ter na formação de uma pessoa.

À Profa. Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte, pela oportunidade oferecida e pela transmissão de sua sabedoria e experiência.

À Camila, Danielle e Tatiana, pelos conhecimentos transmitidos, por auxiliarem em diferentes etapas deste trabalho e por compartilharem todas as dificuldades e realizações desses momentos.

Às alunas do curso de especialização em neurologia, pelo aprendizado e cooperação.

Aos pacientes do Laboratório de aprendizagem sensório-motora do curso de fisioterapia da USP, pela colaboração e participação.

Aos meus grandes amigos e familiares, que partilharam das angústias envolvidas nesta trajetória e torceram muito pelo sucesso deste trabalho.

Aos amigos e colegas da Associação de Assistência à Criança Deficiente - AACD, que contribuíram para o sucesso deste trabalho, por meio da compreensão, apoio e do carinho dedicados a mim.

“Pode-se viver no mundo uma vida magnífica quando se sabe trabalhar e amar: trabalhar pelo que se ama e amar aquilo em que se trabalha.”

Lev Tolstoi

**Resumo**

GOUVÊA, J. X. M. Transferência do aprendizado motor após treinamento em ambiente virtual em pacientes com sequelas crônicas de membro superior após acidente vascular cerebral. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

Alterações motoras e cognitivas são frequentes em pacientes com acidente vascular cerebral (AVC). As sequelas após o AVC comprometem o movimento voluntário do membro superior parético (MSP), impactando na funcionalidade e qualidade de vida do indivíduo. O treino em realidade virtual (RV) tem sido proposto como uma ferramenta útil no processo de reabilitação, oferecendo condições favoráveis para a aprendizagem motora. Embora diversos estudos tenham mostrado resultados positivos com esse tipo de treinamento, a transferência dos ganhos obtidos em RV para movimentos similares realizados em ambiente real (AR) em pacientes com AVC ainda não foi satisfatoriamente comprovada. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a transferência dos possíveis ganhos motores obtidos após o treinamento do MSP em RV, para movimentos similares realizados em AR em pacientes com sequelas crônicas de AVC. Para isso foi realizado um estudo experimental controlado, aleatorizado, simples cego, a fim de comparar o desempenho motor do MSP em AR antes e depois de um treinamento em RV com quatro jogos do sistema Nintendo Wii (NW), entre grupo experimental (GE - n=22), e grupo controle (GC - n=19) que não realizou treino motor e recebeu orientações em relação aos cuidados gerais nas atividades de vida diária (AVDs). As demandas motoras dos jogos envolveram movimentos de flexão de ombros e cotovelos em velocidade e amplitude variáveis, e, de forma menos ativa, a abdução do ombro. A transferência dos dois grupos foi avaliada por meio dos testes de precisão e velocidade de movimentos sequenciais em AR e pela mensuração da amplitude de movimento por meio da goniometria; os testes avaliaram o desempenho dos movimentos de flexão e abdução de ombro e flexão de cotovelo do MSP. Os testes foram realizados antes do treinamento / orientações (AT), depois do treinamento / orientações (DT), 48 horas após o

início do treinamento / orientações (48DT) e 7 dias após o primeiro treinamento / orientações (7DT). Para analisar os resultados, foram realizadas análises de variância de medidas repetidas. Para os efeitos que alcançaram nível de significância, foi realizado o Teste Pós Hoc de Tukey para a verificação de eventuais diferenças entre eles. Os resultados indicam que os pacientes com AVC foram capazes de melhorar o seu desempenho nos quatro jogos e manter os ganhos até 7 dias após o início do treinamento. Os testes de transferência de precisão motora e velocidade que avaliaram flexão de ombro e cotovelo, mostraram que os participantes do GE aumentaram a velocidade desses movimentos. Já a mensuração da amplitude de movimento de flexão de ombro e cotovelo, indicaram um aumento no grau de amplitude de movimento no GE. Não observou-se transferência para as avaliações de abdução do ombro. Pacientes com sequelas crônicas de AVC apresentaram uma aprendizagem motora significativa após treinamento com RV e transferiram o ganho obtido para a função motora do MSP. Com base nessas evidências, o treinamento em RV utilizando NW pode ser considerado uma estratégia útil para melhorar a amplitude de movimento articular e velocidade de movimento do MSP, mesmo em pacientes com AVC crônico.
Palavras-chave: Acidente Vascular Cerebral, terapia de exposição à realidade virtual, transferência (aprendizagem).

**Abstract**

GOUVÊA, J. X. M. Motor learning transfer after training in a virtual reality environment in patients with upper limb chronic sequelae after a stroke. 2016. 95 f. Master's Degree Dissertation - Psychology Institute, University of Sao Paulo, Sao Paulo, 2016.

Motor and cognitive changes are common in patients with stroke. The sequelae after a stroke affect the paretic´s upper limb (PUL), impacting the functionality and individual life quality. Virtual Reality (VR) training has been proposed as a useful tool in a rehabilitation process, offering favourable conditions for the motor learning process. Although several studies have shown positive results with this type of training, the gain transfer in VR for similar movements performed in real environment (RE) in patients with stroke have not yet been satisfactorily proven. Therefore, the objective of this study was to evaluate the transfer of possible motor gains after the PUL training in VR for similar movements performed in RE in patients with chronic post stroke sequelae. For this, there have been conducted a blind randomized clinical trial to compare the PUL motor performance in RE before and after training in VR based on four Nintendo Wii gaming system (NW), conducted by the experimental group (EG - n = 22), with the performance of a control group (CG - n = 19). The control group performed no motor training, but received guidance on the general care in activities of daily living (ADLs). Games motor demands involved shoulder and / or elbow flexion in different speed and amplitude, and less actively, shoulder abduction. The transfer of the two groups was evaluated by testing the accuracy and speed of sequential movements in RE and the measurement of motion amplitude using a goniometer; this tests evaluated the performance of flexion and shoulder abduction and elbow flexion PUL. The tests were performed before training / orientation (BT), after training / orientation (AT), 48 hours after the start of training / orientation (48AT) and 7 days after the first training / orientation (7AT). To analyze the results, there was performed repeated measures analysis of variance. For the effects that reached statistical significance, it was performed Tukey's post hoc test to check for any differences

between them. The results indicate that patients with stroke were able to improve their performance in the four games, and to maintain the gains up to 7 days after start training. The motor precision transfer and speed test that evaluated shoulder and elbow flexion showed that participants in the experimental group increased speed of these movements. And the measurement of the amplitude of shoulder flexion and elbow, indicated an increase in range of motion degree in experimental group**.** It was not observed positive transfer to the shoulder abduction assessments. Patients with chronic stroke´s sequelae showed a significant motor learning after training with VR and more importantly, they transferred the gain for the motor function of the PUL. Based on this evidence, training in VR using NW can be considered a useful strategy to improve range of joint motion and movement speed of the PUL, even in patients with chronic stroke.

Key-words: Stroke, Virtual Reality, learning transfer

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Quadro dos efeitos do AVC e categorias relevantes mais afetadas, de acordo com a CIF
Figura 2 Videogame Nintendo Wii
Figura 3 - Fluxograma do desenho do estudo
Figura 4 - Momentos da avaliação
Figura 5 - Fotografia digital do teste 1 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais
Figura 6 - Fotografia digital do teste 2 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais
Figura 7 - Fotografias digitais do teste 3 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais
Figura 8 - Fotografias digitais do banco adaptado com a plataforma Wii Balance Board ®
Figura 9 - Fotografias digitais do cabo adaptado ao controle Wii Remote para os jogos Canoeing e Wakeboarding
Figura 10 - Fotografias digitais com fixação da mão através do velcro no cabo adaptado ou controle Wii Remote
Figura 11 - Fluxograma com informações detalhadas dos participantes
Figura 12 - Teste 1 de precisão motora e velocidade
Figura 13- Teste 2 de precisão motora e velocidade
Figura 14 - Teste 3 de precisão motora e velocidade
Figura 15 - Goniometria de flexão de ombro
Figura 16 - Goniometria de abdução de ombro
Figura 17 - Goniometria de flexão de cotovelo

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos que utilizaram o Nintendo Wii
Tabela 2 - Principais componentes motores treinados nos jogos
Tabela 3- Jogos selecionados e suas demandas
Tabela 4 - Características dos participantes
Tabela 5 - Pontuação obtida nos jogos
Tabela 6 - Dados dos testes de precisão motora e velocidade
Tabela 7- Dados da mensuração da goniometria

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADL.....Activities of daily living
AIVD.....Atividades Instrumentais de Vida Diária
AL..... Movimentos alternados
ANOVA – MR.....Análises de variância de medidas repetidas
AO.....Abdução do ombro
AR.....Ambiente Real
AT..... Antes do treinamento / Orientações
AVDs.....Atividades de Vida Diária
AVC..... Acidente Vascular Cerebral
BT.....Big Top Juggling
CIF.....*Classificação Internacional* da *Funcionalidade*, Incapacidade e Saúde
CN.....*Canoeing*
D.....Direito (lado)
DO..... Movimentos em direções opostas
DT..... Depois do treinamento / Orientações
E.....Esquerdo (lado)
F.....Feminino
FC..... Flexão de cotovelo
FM.....Escala de Fugl-Meyer
FO..... Flexão de ombro
GC..... Grupo Controle
GE..... Grupo Experimental
M..... Masculino
MAL.....Motor Activity Log
MAS.....Motor Assessment Scale
MD…….....Movimentos na mesma direção
MEEM.....Mini Exame do Estado Mental
MIF.....Escala de Independência Funcional
MoCA..... *Montreal Cognitive Assessment*
MS.....Membro Superior
MSP.....Membro Superior Parético

NW..... *Nintendo Wii®*

NWF..... *Nintendo Wii Fit®*

NWSR.....*Nintendo Wii Sports Resort®*

OMS.....Organização Mundial da Saúde

PUL.....Paretic's upper limb

RE .....Real environment

RP..... Rhythm Parade

RV..... Realidade Virtual

SI..... Movimentos na mesma direção

USP.....Universidade de São Paulo

VAS..... Escala visual analógica

VR..... Virtual Reality

WB..... *Wakeboarding*

WBB..... *Wii Balance Board®*

WMFT.....Teste de Função Motora de Wolf

1ª S1..... 1ª jogada no 1º dia de treinamento

5ª S1..... 5ª jogada no 1º dia de treinamento

7DT..... 7 dias depois do treinamento / Orientações

48DT..... 48 horas depois do treinamento / Orientações

**SUMÁRIO**


1 INTRODUÇÃO ..... 15
1.1 Apresentação do estudo ..... 15
1.2 O Acidente Vascular Cerebral ..... 17
1.3 Aprendizagem Motora ..... 21
1.4 Transferência entre tarefas ..... 23
1.5 Realidade Virtual por meio do Nintendo Wii ..... 25
2 OBJETIVOS ..... 34
2.1 Hipóteses ..... 34
3 MATERIAIS E MÉTODOS ..... 35
3.1 Tipo de Estudo ..... 35
3.2 Casuística ..... 35
3.2.1 Critérios de inclusão ..... 36
3.2.2 Critérios de exclusão ..... 38
3.2.3 Termos de Consentimento ..... 38
3.3 Local ..... 38
3.4 Materiais ..... 39
3.5 Procedimentos ..... 39
3.5.1 Avaliações ..... 39
3.5.2 Intervenção ..... 45
3.6 Randomização ..... 52
3.7 Estudo cego ..... 52
3.8 Análise dos resultados ..... 52
4 RESULTADOS ..... 54
4.1 Características dos participantes ..... 54
4.2 Aprendizagem nos jogos ..... 55
4.3 Transferência ..... 56
4.3.1 Desfecho Primário - Teste de precisão motora e velocidade ..... 56
4.3.2 Desfecho secundário - Goniometria ..... 61
5 DISCUSSÃO ..... 65
6 CONCLUSÃO ..... 71
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 72
8 ANEXOS ..... 86
8.1 ANEXO 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido ..... 86
8.2 ANEXO 2 - Aprovação do Comitê de Ética ..... 90
8.3 ANEXO 3- Orientações recebidas pelo GC ..... 91

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação do estudo

Sequelas de doenças cerebrovasculares estão entre as maiores causas de morbidade e aposentadoria no Brasil, acarretando em sobrecarga para o serviço de saúde e previdência social (MOURA, CARVALHO E SILVA, 2007).

Frente à ausência de tratamentos farmacológicos e cirúrgicos eficientes para restaurar a função motora após o acidente vascular cerebral (AVC), a fisioterapia tem sido a base do tratamento para recuperação da funcionalidade desses pacientes. Infelizmente, os resultados obtidos ainda estão distantes dos ideais e as limitações, principalmente no membro superior parético (MSP), permanecem muito importantes mesmo após a reabilitação. Diante disso, a busca por novas estratégias de treinamento tem sido uma constante nessa área (PIRON *et al.,* 2010; HIJMANS *et al.,* 2011; COPSTEIN, FERNANDES E BASTOS, 2013; MARTINS *et al.,* 2013).

A realidade virtual (RV), definida como tecnologia baseada em computador, fornecendo um ambiente multissensorial com o qual o usuário pode interagir, tem sido proposta como uma nova ferramenta terapêutica para a reabilitação motora em pacientes com AVC (PIRON *et al.,* 2010; LAVER *et al.,* 2012; BRONNER *et al.,* 2015).

Dentre os sistemas de RV, o Nintendo Wii® (NW) é um dispositivo comercial que tem sido utilizado na prática clínica e em pesquisas para proporcionar o treino de pacientes com comprometimento motor do membro superior (MS) após o AVC, detectando o movimento e aceleração do usuário em três dimensões por meio do controle sem fio, com melhora na habilidade motora funcional (JOO *et al.,* 2010; SAPOSNIK E LEVIN, 2010; MOUAWAD *et al.,* 2011; CELINDER E PEOPLES, 2012). Sua principal vantagem consiste no baixo custo e facilidade de operação, fatores fundamentais para a aplicação clínica em larga escala.

Considerando o modelo atualmente preconizado pela Organização

Mundial de Saúde (OMS) para nortear o processo de reabilitação[1], todo procedimento/ ou plano terapêutico deve objetivar a melhora na estrutura e função corporal, a qual promoverá melhora do desempenho em atividades específicas, que, em última análise, facilitará a participação do indivíduo na sociedade.

Assim, o grande desafio terapêutico para a consolidação da utilização da RV na reabilitação de indivíduos com AVC é o seu potencial para promover ganhos em funções motoras que possam ser transferidas para outros contextos, impactando positivamente as atividades de vida diária[2] (AVDs) e atividades instrumentais de vida diária[3] (AIVD) dos pacientes, facilitando a participação do indivíduo na sociedade. Neste sentido, transferência consiste na melhora do no desempenho motor em determinada tarefa motora, como resultado da prática em outra tarefa, realizada em outro contexto. Assim, quanto maior o número de componentes similares entre as tarefas, maior o potencial de transferência (FURUYA, NAKAMURA E NAGATA, 2013; SCHAEFER, PATTERSON E LANG, 2013).

Observa-se que, apesar do crescente número de estudos clínicos com a aplicação terapêutica de treinos em RV, ainda não há evidencias suficientes que sustentem a transferência positiva dos ganhos para atividades similares realizadas em ambiente real (AR).

O desenho científico melhor validado para investigar a transferência de ganhos entre tarefas emerge de estudos na área de aprendizagem motora. Esse desenho consiste da avaliação dos incrementos de desempenho em uma tarefa não treinada que compartilhe diversos componentes motores com uma tarefa treinada.

Desta forma, a proposta do presente estudo é investigar a transferência de possíveis ganhos obtidos no MSP após um treino em RV para movimentos similares realizados em AR, em pacientes com sequelas crônicas de AVC.

[1]: Em 2011, a OMS juntamente com Grupo Banco Mundial produziram um Relatório Mundial sobre a deficiência para proporcionar evidências a favor de políticas e programas inovadores capazes de melhorar a vida das pessoas com deficiência, indicando que a reabilitação cuida de restabelecer e compensar a perda de funcionalidade, bem como evitar ou retardar a deterioração da funcionalidade em todas as áreas de vida da pessoa (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

[2]: As AVDs são as tarefas que uma pessoa precisa realizar para cuidar de si, tais como: tomar banho, vestir-se, ir ao banheiro, andar, comer, passar da cama para a cadeira, mover-se na cama e ter continências urinária e fecal (COSTA, NAKATANI E BACHION, 2006).

[3]: As AIVD são as habilidades do indivíduo para administrar o ambiente em que vive e inclui as seguintes ações: preparar refeições, fazer tarefas domésticas, lavar roupas, manusear dinheiro, usar o telefone, tomar medicações, fazer compras e utilizar os meios de transporte (COSTA, NAKATANI E BACHION, 2006).

## 1.2 O Acidente Vascular Cerebral

O AVC[4] é uma das principais causas de mortalidade e morbidade no Brasil e no mundo. É a principal causa de incapacidade grave a longo prazo, sendo que a maioria dos sobreviventes apresenta algum grau de comprometimento motor, sensorial, cognitivo ou visual (LOTUFO, 2005; PAULO *et al.,* 2009; VAN DUIJNHOVEN *et al.,* 2012; COPSTEIN, FERNANDES E BASTOS, 2013; MARRONE *et al.,* 2013; WRITING GROUP MEMBERS, *et al., 2016*).

O AVC é definido como um comprometimento neurológico de rápido desenvolvimento atribuído a uma lesão de sinais clínicos focais (ou globais) de perturbação da função do sistema nervoso central, com duração superior a 24 horas (ou levando a pessoa à óbito), sem causa aparente que não a de origem vascular, incluindo o infarto cerebral (responsável por 87% dos casos), a hemorragia intracerebral (10% dos casos) ou hemorragia subaracnóide (3% dos casos) (SACCO, *et al*., 2013; MEHNDIRATTA, CHAPMAN, E WORRALL, 2015; WRITING GROUP MEMBERS, *et al.,* 2016). Aproximadamente 70% dos infartos cerebrais são causados pelo bloqueio da artéria cerebral média e seus ramos, pois, apesar de possuírem anastomoses, estas são insuficientes para a manutenção da circulação adequada em caso de obstrução (MACHADO E HAERTEL, 2014; CAI, *et al*., 2016). O território vascularizado por essa artéria compreende toda a face dorsolateral de cada hemisfério, incluindo áreas como a motora, somestésica e o centro da palavra falada, além de apresentar ramos mais profundos que vascularizam os núcleos da base e a cápsula interna; a sintomatologia dessa obstrução inclui a paralisia/paresia e diminuição da sensibilidade do lado oposto do corpo, podendo haver graves distúrbios de linguagem (MACHADO E HAERTEL, 2014).

As alterações neurológicas decorrentes do AVC refletem a localização e extensão da área afetada. A deficiência mais comum é a hemiparesia no lado contralateral à lesão, que normalmente está acompanhada de alteração do

[4] Optou-se por utilizar o termo “Acidente Vascular Cerebral - AVC", por ser utilizado nas diretrizes do Ministério da Saúde em Reabilitação (BRASIL, 2013), além de ser mais conhecido, divulgado e empregado que o termo “Acidente Vascular Encefálico - AVE”, que foi introduzido com a tentativa de ampliar o conceito, uma vez que nesta patologia pode estar envolvida qualquer estrutura encefálica, entretanto não acompanha a literatura universal (GAGLIARDI, 2010).

tônus muscular e da sensibilidade (ADAMS, VICTOR E ROPPER,1998; CAURAUGH E SUMMERS, 2005; TAKEUCHI E IZUMI, 2013).

Além disso, cerca de 60% dos pacientes que sofreram AVC irão apresentar algum declínio cognitivo, com alteração das funções executivas[5], memória, atenção, concentração, processamento espacial, linguagem, resolução de problemas, tomada de decisão e planejamento, levando a limitações funcionais com impacto nas AVDs (ONES *et al.,* 2009; QUANEY *et al.,* 2009; KIM *et al.,* 2011; BLACKBURN, 2012; GRYSIEWICZ E GORELICK, 2012; TANG *et al.,* 2013; HURFORD *et al.,* 2013).

Nas últimas décadas, estudos tem mostrado que o cérebro pode reorganizar-se em resposta a estímulos sensoriais, experiências e aprendizagem. Esta capacidade do cérebro e outras partes do sistema nervoso central em se reorganizar é referida como neuroplasticidade, e é particularmente importante em doenças neurológicas, tais como o AVC (ARYA, et al., 2011; SHARMA e COHEN, 2012).

Nas semanas e meses seguintes ao AVC, uma recuperação substancial e espontânea pode ocorrer mesmo em indivíduos com comprometimentos ou alterações motores inicialmente graves. A taxa de recuperação global é maior nos primeiros 3 a 6 meses após o AVC (GREFKES e WARD, 2014) e a recuperação espontânea é otimizada quando o indivíduo recebe terapias de reabilitação, como a fisioterapia ou a terapia ocupacional (HOSP e LUFT, 2011; JIANG, XU e YU, 2013; GREFKES e WARD, 2014).

Seis meses após o AVC, de 30% a 66% dos indivíduos permanecem com alguma deficiência motora no membro superior (MS) contralateral à área da lesão, sendo que até 20% destas pessoas não tem nenhum uso funcional do MS acometido nesse período (FRENCH *et al.,* 2010; PIRON *et al.,* 2010; HIJMANS *et al.,* 2011).

As disfunções do MS estão bem documentadas e incluem a paralisia/paresia, a espasticidade, a distonia, a contratura muscular, a perda de força e destreza, a diminuição da amplitude articular de movimento ativa, a redução da velocidade de movimento, da precisão e da coordenação bimanual (MORRIS *et al.,* 2008; FARIA-FORTINI, *et al*., 2011).

Cada uma dessas disfunções pode impactar de maneira distinta na funcionalidade, participação e qualidade de vida e torna-se elemento-chave

[5]: Funções executivas referem-se à capacidade de engajamento em comportamento orientado a objetivos, realizando ações voluntárias e auto-organizadas (CAPOVILLA, ASSEF E COZZA, 2007).

para a avaliação do indivíduo. As consequências do AVC podem ser compreendidas no contexto da Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF - figura 1), que foi desenvolvida pela OMS para aplicações em vários aspectos da saúde e é amplamente utilizada no AVC (USTÜS, *et al*., 2003; TEIXEIRA-SAMELA, *et al.,* 2009; FARIA-FORTINI, *et al*., 2011).

A funcionalidade do paciente é a principal preocupação no processo de reabilitação. A sua investigação é, portanto, essencial para o cuidado efetivo do paciente, no contexto da avaliação, criação de metas da reabilitação, escolha de intervenções e avaliação dos resultados (GOLJAR, *et al.,* 2011; NATIONAL CLINICAL GUIDELINE CENTRE- UK, 2013).

A reabilitação pós AVC é caracterizada como um processo de reaprendizado, baseada em atividades para melhorar a função do MS, possibilitando um melhor desempenho nas AVDs (HIJMANS *et al.,* 2011; MENDES *et al.,* 2012).

| **Estruturas e funções do corpo (deficiências)** | **Atividades (limitações)** | **Participação (restrições)** |
|---|---|---|
| Funções do corpo mais afetadas<br>• Orientação, consciência e intelecto<br>• Temperamento e personalidade<br>• Energia<br>• Sono, atenção e memória<br>• Psicomotor e perceptual<br>• Cognição e visão<br>• Propriocepção e tato<br>• Voz e articulação<br>• Ingestão, controle esfincteriano e urinário<br>• Mobilidade e estabilidade das articulações<br>• Força muscular, tônus e reflexos<br>• Resistência muscular<br>• Controle do movimento (in) voluntário<br>• Padrão de marcha | Atividades mais relevantes afetadas<br>• Comunicação<br>• Leitura, escrita e cálculo<br>• Resolução de problemas<br>• Realização de tarefas simples e múltiplas<br>• Transferência de si mesmo<br>• Manutenção da posição corporal<br>• Marcha<br>• Mobilidade<br>• Uso do banheiro<br>• Vestir-se<br>• Locomoção, condução, e transporte<br>• Auto-cuidado<br>• Uso da mão e do braço<br>• Comer e beber<br>• Preparação de refeições<br>• Uso de transporte<br>• Recreação e lazer<br>• Realização dos serviços de casa | Restrições mais relevantes na participação<br>• Aquisição de produtos e serviços<br>• Realização dos serviço de casa<br>• Preparação de refeições<br>• Relações interpessoais básicas<br>• Atividades de recreação e lazer<br>• Emprego remunerado |

**Figura 1 - Quadro dos efeitos do AVC e categorias relevantes mais afetadas, de acordo com a CIF - adaptado de LANGHORNE, BERNHARDT e KWAKKEL, 2011**
Fonte: Elaborado pela autora.

Muitas das técnicas utilizadas para ajudar o indivíduo na reaprendizagem de habilidades motoras dependem da prática de repetição de tarefas. Nas diretrizes atuais de reabilitação de MS após o AVC são indicados o treinamento de força através da prática repetitiva, a estimulação elétrica, a terapia de contenção induzida, o treinamento de aptidão física

(condicionamento cardiorespiratório), o treino de repetição de tarefas e o uso de órteses ou splints para proteção, descanso, ou alinhamento dos dedos, mão e punho (NATIONAL CLINICAL GUIDELINE CENTRE - UK, 2013; WINSTEIN *et al*., 2016).

Além disso, outra abordagem utilizada é o treinamento bilateral do MS, com o conceito de que muitas AVDs envolvem o uso de ambos os braços e as disfunções após o AVC podem incapacitar o indivíduo de realizar essas tarefas (WALLER E WHITALL, 2008). Essa forma de treinamento permite que os membros superiores realizem movimentos simultâneos, coordenados para atingir um mesmo propósito, mas de forma independente; com ambos os membros se movendo na mesma direção, ao mesmo tempo (por exemplo, fletindo ambos os cotovelos) ou se movendo em sentidos opostos (flexão do cotovelo de um membro e extensão do outro) (CHOO, *et al*., 2015).

As novas abordagens de reabilitação, fundamentadas nos princípios da aprendizagem motora, preconizam o treino repetitivo de tarefas específicas favorecendo os mecanismos neurofisiológicos que ativam e consolidam as modificações sinápticas que codificam a aquisição de novas competências, adaptando ou refinando competências previamente adquiridas. Qualquer que seja a abordagem terapêutica adotada, a capacidade de modificar o desempenho de uma habilidade motora por meio da prática é mediada pelo processo de remodelamento sináptico associado pela aprendizagem motora (PIRON *et al.,* 2010; JOO *et al.,* 2010; SAPOSNIK E LEVIN, 2011; MENDES *et al.,* 2012).

Maximizar a recuperação do MS após o AVC requer tempo e esforço significativo do paciente e da equipe de reabilitação. Ainda assim, algumas pessoas não apresentarão uma recuperação funcional adequada mesmo após a terapia (NATIONAL CLINICAL GUIDELINE CENTRE - UK, 2013). Apenas uma pequena parcela de pessoas apresentará uma recuperação completa do MS após o AVC; 80% apresentará algum comprometimento na fase inicial da lesão e 40% algum comprometimento após 6 meses de lesão (HATEM, *et al.,* 2016; WINSTEIN *et al*., 2016).

## 1.3 Aprendizagem Motora

A aprendizagem motora é definida como um conjunto de processos associados à prática e à experiência que levam a mudanças na capacidade de produzir uma ação hábil, envolvendo a formação e consolidação de novas memórias[6] por meio de modificações nos padrões de ativação de redes neurais, inicialmente transitórias, que se tornam permanentes pela repetição (KARNI, 1996; SCHIMIDT E WRISBERG, 2001).

Sendo a aprendizagem motora uma forma de aprendizagem implícita, ou seja, cujo conteúdo não pode ser acessado por vias consciente ou declarativa, sua consolidação é lenta e dependente da prática (KANDEL, *et al.,* 2014).

Embora durante muito tempo tenha se acreditado que os dois sistemas de memória trabalhassem de forma independente, atualmente acredita-se que a aprendizagem de uma nova habilidade motora, envolve dois processos: o aprendizado declarativo ou explícito (consciente) das regras e propósitos da tarefa que permite uma melhora "rápida" no desempenho motor que pode ocorrer após uma única exposição ao evento e os conhecimentos adquiridos podem ser descritos verbalmente; e o aprendizado processual ou implícito (inconsciente) das associações sensório-motoras, no qual há uma melhora "lenta" que se desenvolve por meio da repetição, que é inferida indiretamente pela melhora temporária ou permanente do desempenho, conforme a extensão do treino (WILLINGHAN, NISSEN E BULLEMER, 1989; KARNI *et al.,* 1998; THOMAS E NELSON, 2001; COSTA, COHEN E NICOLELIS, 2004; SCHREIWEIS *et al.,* 2014).

As aprendizagens explícita e implícita são processadas em áreas encefálicas diferentes, mas, apesar disso, existe uma interdependência entre

[6]: A memória é a capacidade de armazenamento de informações que podem ser recuperadas e utilizadas posteriormente. São vários os processos da memória, o primeiro deles é a aquisição (aprendizagem), seguindo–se da retenção em tempos variáveis. A retenção por curtos períodos pode se transformar em retenção de longa duração pelo processo da consolidação da memória. Para que a memória de curto prazo (memória de trabalho) seja convertida em de longo prazo, esta tem que ser consolidada. A memória de longo prazo pode ser classificada como Implícita ou Explícita, com base em como a informação é armazenada e recuperada. A primeira está relacionada à como aprendemos fazer coisas, habilidades motoras ou perceptivas, enquanto na segunda a aprendizagem está relacionada com o que é o mundo, a aquisição de conhecimento sobre pessoas, lugares e coisas. A memória Explícita pode ser classificada em episódica, quando envolve eventos datados; ou semântica, quando envolve eventos atemporais. A memória Implícita pode ser classificada em: memória de representação perceptual, que corresponde à imagem de um evento preliminar à compreensão do que ele significa; memória de procedimentos, que trata dos hábitos, habilidades e regras em gerais; memória associativa e não-associativa, ambas relacionam algum tipo de resposta ou comportamento (SILVA, 2009; KANDEL, *et al*., 2014).

elas. A aprendizagem explícita está relacionada às áreas médias do lobo temporal, hipocampo e diencéfalo e a implícita às áreas pré-motoras, corticais motoras suplementares, ao estriado e ao cerebelo (WILLINGHAN, NISSEN E BULLEMER, 1989; THOMAS E NELSON, 2001; ABBRUZZESE, TROMPETTO E MARINELLI, 2009; DOYON *et al*, 2011; SANCHEZ E REBER, 2013).

Esses processos abrangem a formação e consolidação de novas memórias por meio de modificações nos padrões de ativação de redes neurais, consequentes de alterações sinápticas transitórias (desencadeadas pelo treino), que se tornam permanentes conforme a repetição (KARNI, 1996). A remodelação dessas sinapses é consequente ao aumento da liberação de neuromediadores que desencadeiam a síntese de novas proteínas, promovendo o reforço dos circuitos pré-estabelecidos com posterior formação de novos circuitos (MUELBACHER *et al.,* 2002; BÜTEFISCH, 2004).

A consolidação do aprendizado ocorre após a estabilização de traços de memória modificados após a aquisição inicial, sendo esses circuitos acionados sempre que a tarefa for executada (KARNI, 1997; MEIER E COCK, 2014).

A investigação sobre a consolidação da memória motora sugere que a aprendizagem implícita pode ser estabilizada durante as horas imediatamente após a aprendizagem, o que seria compatível com a evolução no tempo da mudança sináptica (MORRIS, 2006). Esse fenômeno pode ser observado especialmente quando o indivíduo atingiu um nível de desempenho durante a primeira sessão de treinamento, permaneceu um período de tempo sem treinamento adicional ou realizou um intervalo de sono e apresentou melhora espontânea durante a segunda sessão (DOYON *et al.,* 2011; ELION *et al.,* 2015).

A despeito das lesões neuronais que ocorrem após um AVC, a capacidade de aprendizagem motora implícita se mantém preservada (BOYD, VIDONI E WESSEL, 2010; WADDEN *et al.,* 2015). O estudo recente de Wadden e colaboradores (2016) que comparou a curva de aprendizagem de pacientes pós AVC e indivíduos saudáveis, mostrou que ambos foram capazes de atingir a assíntota do desempenho após o mesmo número de repetições, apesar dos pacientes com AVC apresentarem desempenho inferior antes e depois do treino.

A manutenção da capacidade de adquirir ou aprimorar o desempenho por meio do treino, como já mencionado, é o pilar da reabilitação para pacientes pós AVC. Entretanto, para que os ganhos adquiridos no treino tenham de fato um impacto relevante na funcionalidade é fundamental a capacidade de transferir esses ganhos para tarefas similares às treinadas. Essa capacidade pode estar prejudicada em indivíduos com AVC (KRAKAUER, 2006; BOYD, VIDONI E WESSEL, 2010).

## 1.4 Transferência entre tarefas

A transferência é a capacidade de um indivíduo transferir a melhora do desempenho da tarefa treinada para uma tarefa que compartilhe um grande número de componentes, para a mesma tarefa realizada em outro contexto e/ ou para um membro ou segmento não treinado (SCHIMDT E WRISBERG, 2001; SCHAEFER, PATTERSON E LANG, 2013; SANCHEZ, YARNIK, REBER, 2015).

Se o treino de uma tarefa não promove melhoras em uma tarefa não treinada que compartilhe os mesmos componentes, mas distinta da treinada, pode-se concluir que o aprendizado adquirido durante o treinamento não pôde ser acessado ou plenamente aplicado ao contexto de transferência (SANCHEZ, YARNIK, REBER, 2015).

Com base nesse modelo, o resultado da transferência pode ser avaliado em termos qualitativos como positivo, negativo ou nulo. A transferência positiva é definida como a condição na qual os indivíduos melhoram suas habilidades em uma tarefa distinta da tarefa treinada; a transferência negativa pode ser observada quando o treinamento interfere negativamente no desempenho da tarefa não treinada; e " nula" quando o impacto do treinamento sobre a tarefa que não recebeu treino é ausente (ISSURIN, 2013). O resultado pode ainda ser mensurado em termos quantitativos por meio do cálculo do percentual de transferência dos ganhos na tarefa treinada e na tarefa não treinada (ISSURIN, 2013; SANCHEZ, YARNIK, REBER, 2015).

O estudo da transferência de treinamento iniciou-se com Thorndike e Woodworth (1901), quando foi proposto o conceito de generalização, onde os

métodos, abordagens e estímulos utilizados para a tarefa de aprendizagem eram semelhantes aos da tarefa alvo, sendo aplicados em diferentes ambientes e situações. O resultado do processo de transferência é a capacidade de reagir adequadamente a uma nova situação devido à semelhança com uma situação já conhecida (ISSURIN, 2013).

Para a transferência ocorrer, o comportamento aprendido deve ser generalizado para o contexto da tarefa e mantido durante este período de tempo (BALDWIN E FORD, 1988).

A transferência de tarefas pode ser classificada como transferência próxima e transferência distante. A transferência próxima refere-se à existência de um grau de similaridade elevado em relação à tarefa alvo, já a transferência distante refere-se à existência de condições e situações diferentes da tarefa alvo (BALDWIN E FORD, 1988; ISSURIN, 2013).

Estudos clássicos na área de aprendizagem motora sugerem que as características do treino podem facilitar o processo de transferência. A forma de prática classicamente denominada “prática aleatória”, define uma condição de treino onde vários componentes de uma habilidade motora são praticados em uma única sessão em uma ordem aleatória. Essa prática contrasta com a prática em blocos, condição onde cada componente da habilidade é treinado em blocos fechados. Estudo clássicos indicam que a organização do treino em prática aleatória pode aumentar o nível de dificuldade durante o processo de aquisição da habilidade e, portanto, pode ter efeitos negativos sobre o desempenho imediato; entretanto, favorece a retenção e transferência do desempenho. A explicação para isso é que a prática aleatória ou variada demandaria esforços mais intensos de planejamento à medida que o aprendiz teria que replanejar os movimentos a cada nova tentativa. Isso tornaria os programas desenvolvidos por meio da aprendizagem mais robustos e flexíveis (LEWTHWAITE E WULF, 2010; ALI *et al*., 2012; WULF E LEWTHWAITE, 2016).

Um estudo recente que comparou a prática em blocos com a prática aleatória na tarefa de jogar basquete, mostrou que, de fato, a prática aleatória em condições variáveis promoveu a melhor aprendizagem e transferência para situações reais de jogo (CHEONG, LAY E RAZMAN, 2016).

A capacidade de transferir ganhos para tarefas não treinadas tem sido pouco estudada e as evidências são contraditórias. Schaefer, Patterson e Lang (2013) supõem que os efeitos do treinamento de uma tarefa (alimentar-se), em indivíduos pós-AVC, podem ser transferidos para outras tarefas que não tenham sido submetidas ao treinamento (vestir-se e organizar blocos). Dipietro e colaboradores (2009) e Senesac, Davis e Richards (2010) também evidenciaram em seus estudos a preservação da capacidade de transferência em pacientes com AVC. Já Krakauer (2006), relata que, após o AVC, apesar da melhora devido ao treinamento relacionada à tarefa praticada, há pouca transferência para outras tarefas motoras. Palluel-Germain, Jax e Buxbaum (2011), realizaram um estudo com pacientes com AVC e indivíduos saudáveis realizando a tarefa de alcance, e concluíram que os indivíduos com AVC apresentam uma pobre transferência quando testados os movimentos com direções e distâncias não treinados.

## 1.5 Realidade Virtual por meio do Nintendo Wii

A RV, definida como tecnologia baseada em computador, fornecendo um ambiente multissensorial com o qual o usuário pode interagir, tem sido proposta como uma nova ferramenta terapêutica para a reabilitação motora e envolve mecanismos de aprendizagem motora (ADAMOVICH *et al.,* 2004; PIRON *et al.,* 2010; LAVCR *et al.,* 2012; MENDES *et al.,* 2012; BRONNER *et al.,* 2015; OMIYALE, CROWELL E MADHAVAN, 2015).

Estudos identificaram uma série de benefícios derivados da utilização de realidade virtual: (1) o desempenho de tarefas que não podem ser realizadas com segurança em um ambiente real, (2) a repetição intensiva de tarefas complexas dirigida por estímulos visuais e auditivos que criam uma interação indivíduo-tarefa, (3) a realimentação imediata sobre o desempenho e os resultados, e (4) um ambiente de treinamento mais motivador (KRAKAUER, 2006; MENDES *et al.,* 2012). Além disso, há a demanda cognitiva da tomada de decisão do movimento necessário para executar a tarefa motora com

eficiência (CROSBIE, *et al.,* 2007; BROEREN, 2008; JOO *et al.,* 2010; CAMEIRÃO, *et al.,* 2011).

Os sistemas de RV usam as opções de hardware e software para criar simulações interativas que incorporam e envolvem o usuário em ambientes realistas. Os sistemas variam entre tecnologias específicas imersivas que usam capacetes ou dispositivos robóticos com interfaces para o ambiente virtual, e consoles de jogos comerciais interativos (LEVAC e GALVIN, 2013).

Os consoles de jogos denominados comerciais por serem comercializados por grandes empresas como a Sony, Nintendo e Microsoft, oferecem a possibilidade de promoção da adesão, sendo de baixo custo, fácil manuseio, e amplamente disponível. São exemplos desses consoles o Microsoft Xbox com o sensor Kinect e o Nintendo Wii® (NW), ambos com jogos amplamente utilizados em pesquisas incluindo Kinect Sports, Wii Fit, e Wii Sports (KAFRI, *et al.*, 2014).

O videogame NW (figura 2) foi lançado no final do ano de 2006, revolucionando a maneira de se jogar, substituindo os controles tradicionais que exigiam somente os movimentos das mãos para a interação com os jogos. Os controles do NW, os chamados Wii *Remote* e o *Nunchuk*, utilizam acelerômetros, emissores e sensores de sinal infravermelho, para a detecção das mudanças de direção, velocidade e aceleração dos movimentos dos jogadores. Além disso, possui uma plataforma, a Wii Balance Board® (WBB) dotada de sensores (strain gauge) que detectam o sentido dos deslocamentos de peso dos jogadores.

Figura 2 - Videogame Nintendo Wii
Fonte: www.nintendo.com

O NW é um dispositivo comercial que tem sido usado na prática clínica e em pesquisas para proporcionar o treino de pacientes com AVC em RV, principalmente na reabilitação da função de MS, detectando o movimento e aceleração do usuário em três dimensões por meio do controle sem fio (JOO *et al.,* 2010; SAPOSNIK E LEVIN, 2010; MOUAWAD *et al.,* 2011; CELINDER E PEOPLES, 2012).

Em 2011, Deutsch e colaboradores analisaram a aplicabilidade clínica dos jogos Nintendo Wii Fit e Wii Sports para indivíduos com AVC. Dois terapeutas com mais de 15 anos de experiência em treinamento de aprendizado motor avaliaram as descrições dos jogos, habilidades treinadas (força, resistência, equilíbrio e coordenação) e feedback fornecido (performance e resultado). Após análise, observou-se que os jogos incluem elementos utilizados na prática da reabilitação, e podem ser facilitados ou dificultados com a mudança da posição do jogador; além disso, o uso do videogame com jogos comerciais requer uma avaliação criteriosa das demandas oferecidas pelos jogos para que isso se torne relevante na prática clínica e os terapeutas devem monitorar o desempenho motor dos pacientes durante a atividade.

Outros estudos que investigaram a utilização terapêutica dos jogos do NW para recuperação funcional do MSP foram os pioneiros na área e acumulam o maior número de resultados, sintetizados na tabela 1. A despeito de falhas metodológicas como ausência de grupo controle, clara definição dos procedimentos envolvidos no treino, dificuldades para análise dos efeitos isolados dos jogos, entre outros, as evidências favoráveis aos benefícios dos jogos tem sustentado a ampliação da sua utilização clínica. Assim, os jogos do NW tem sido considerados uma alternativa segura, viável e potencialmente eficaz para facilitar a reabilitação e promover a recuperação motora após o AVC (SAPOSNIK *et al.,* 2010), e utilizados como meio complementar para aumentar os efeitos da terapia convencional sobre a função de membros superiores em pacientes com AVC, sem comprometimentos motores severos (JOO, 2010). O treino por meio da RV (incluindo o NW) pode promover resultados positivos sobre a recuperação motora do MSP quando utilizado

como adjuvante ao tratamento habitual (para aumentar o tempo total de terapia) ou quando comparado com a mesma dose da terapia convencional, e seus benefícios repercutem positivamente no desempenho das AVDs (MOUAWAD *et al.,* 2011; CHOI *et al.,* 2014; POLLOCK *et al*., 2014; LAVER *et al*., 2015). Considerando que a maioria dos estudos clínicos tem investigado os efeitos do treino com o NW por meio de escalas funcionais as quais avaliam habilidades e capacidades globais aplicadas em diferentes contextos, tais como (1) Fugl-Meyer (JOO *et al.,* 2010; MOUAWAD *et al.,* 2011; CHEN *et al.,* 2014; CHOI *et al.,* 2014; THOMPSON-BUTEL, *et al.,* 2015), (2) Box and Block Test (SAPOSNIK E LEVIN, 2010; CHEN *et al.,* 2014; CHOI *et al.,* 2014), (3) Teste de função motora Wolf - WMFT (SAPOSNIK E LEVIN, 2010; MOUAWAD *et al.,* 2011; THOMPSON-BUTEL, *et al.,* 2015), (4) Motor Activity Log - MAL (MOUAWAD *et al.,* 2011), (5) Motor Assessment Scale - MAS (THOMPSON-BUTEL, *et al.,* 2015), (6) Action Research Arm Test (ADIE, *et al.,* 2016), (7) Teste de função manual (CHOI *et al.,* 2014), (8) Escala de independência funcional - MIF (CHEN *et al.,* 2014), (9) Índice de Motricidade (JOO *et al.,* 2010), (10) Índice de Barthel (CHOI *et al.,* 2014), o real potencial de transferência dos ganhos obtidos pelos jogos para outras tarefas e contexto continua inconclusiva. Isto porque, para que as conclusões alcancem um nível razoável de confiabilidade é necessário (1) isolar os efeitos do treino pelo NW e (2) selecionar a tarefa e o contexto pelo qual será avaliada a transferência, com base nos componentes partilhados com o treino.

Poucos estudos incluíram testes de transferência mais específicos. Choi e colaboradores (2014), analisaram a transferência, após aprendizagem por meio do NW, nos domínios de força de preensão, teste de função manual, teste do movimento de pinça ao movimentar pinos e escala de Fugl-Meyer, e encontraram uma transferência positiva apenas no teste de força de preensão. Além das escalas funcionais, Chen e colaboradores (2014) mensuraram a amplitude de movimento do MS após aprendizagem por meio do NW, entretanto não houve a transferência; o mesmo efeito de transferência foi testado no estudo de Mouawad e colaboradores (2011), desta vez com uma transferência positiva para a amplitude de movimento passiva e ativa do MS. Entretanto, a maioria dos estudos citados envolve um pequeno número de pacientes e insuficiente controle sobre as condições de treino, o que dificulta a

análise dos efeitos isolados dos jogos sobre os testes, pontos fundamentais para evidências mais conclusivas sobre o potencial de transferência do ganho obtido em RV para movimentos realizados em AR.

Assim, para que o uso terapêutico dos videogames para recuperação motora do membro superior acometido possa ser incorporado dentro das recomendações da fisioterapia no AVC, é fundamental que o potencial de transferência dos ganhos seja melhor investigado.

**Tabela 1** Estudos que utilizaram o NW

| Referência | Sujeitos | Tarefa envolvida | Medida de resultado | Resultados | Conclusões |
|---|---|---|---|---|---|
| ADIE *et al.*, 2016 | 240 participantes com AVC divididos em grupo de RV (wii) e grupo controle (exercício domiciliar). | Exercícios diários, durante 6 semanas. | Action Research Arm Test, desempenho ocupacional, qualidade de vida e uma análise de custo-eficácia. | Não foi observada nenhuma diferença entre os grupos. A análise custo-eficácia mostrou que o Wii ™ foi mais caro do que o exercício em casa. | O estudo mostrou que o Wii ™ não foi superior ao programa de exercícios na reabilitação domiciliar. |
| CHEN *et al.,* 2014 | 24 indivíduos (com histórico de 1 AVC entre 3 meses e 2 anos) foram designados para 3 grupos: o grupo wii games (n = 8); grupo XaviX games (n=8) e grupo controle de exercícios convencionais de MS (n = 8). | Cada indivíduo realizou 20 sessões de treinamento, durante 8 semanas. Em cada sessão realizavam 1 hora de terapia convencional + 30 min de jogos (grupos Wii ou Xavix) ou de exercícios convencionais de MS (grupo controle). | Uso da escala de Fugl-Meyer (FM), Box and Block Test, Escala de independência funcional (MIF), mensuração da amplitude de movimento do MS | Houve diferença significativa para a função motora avaliada pela FM para o grupo Wii games | Os pacientes tiveram melhora da função motora de MS com o uso de videogames. |

| Referência | Sujeitos | Tarefa envolvida | Medida de resultado | Resultados | Conclusões |
|---|---|---|---|---|---|
| CHOI *et al.,* 2014 | 20 pacientes, com histórico de primeiro AVC nos últimos 3 meses, foram divididos em 2 grupos: grupo de jogos (n=10) e grupo controle (n=10) | O grupo de jogos utilizou o Nintendo Wii e o grupo controle recebeu terapia ocupacional convencional , ambos durante 30 minutos por dia durante o período de 4 semanas. | Foram utilizadas (antes e após a intervenção) a Avaliação de FM, teste de função manual, box and block test, força de preensão, Índice de Barthel, e Mini Exame do Estado Mental (MEEM) | Não houve diferenças significativas entre os grupos, antes e após o tratamento, exceto para o teste de força de preensão que foi significativamente melhor no grupo de jogos. | O estudo sugere que a terapia com Nintendo Wii foi tão eficaz quanto a convencional sobre a recuperação motora do MS em pacientes com AVC subagudo. |
| JOO *et al.,* 2010 | 16 indivíduos com até 3 meses de AVC e fraqueza no MS | Foram realizadas 6 sessões de exercícios para o MS por meio de jogos do Nintendo Wii por 2 semanas, com duração de 30 min. (cada sessão). Além dos jogos, também foram realizados 1 h de terapia ocupacional e 1 h de fisioterapia, diariamente. | Foram utilizadas antes e após as intervenções as escalas de FM; Índice de Motricidade(soma da melhor potência motora do ombro, cotovelo e dedos); Escala Modificada de Ashworth para avaliação do tônus do ombro, cotovelo e punho; e escala visual analógica (VAS) para dor. | Todos os indivíduos indicaram que os jogos do Nintendo Wii são agradáveis e talvez melhores que a terapia convencional. Encontrou-se pequena melhora na FM e Índice de Motricidade | O Nintendo Wii parece ser um dispositivo viável para ajudar a terapia convencional, em uma coorte de indivíduos com AVC subagudo e deficiências moderadas de força e função do MS |

| Referência | Sujeitos | Tarefa envolvida | Medida de resultado | Resultados | Conclusões |
|---|---|---|---|---|---|
| MOUAWAD *et al.,* 2011 | 7 indivíduos com AVC e 5 indivíduos saudáveis | Os indivíduos utilizaram os jogos do Nintendo Wii Sports por 14 dias, com 1 h de treino supervisionado a prática domiciliar com o treino de 30 a 180 minutos | Capacidade funcional através do teste de função motora Wolf (WMFT), uso da FM, Motor Activity Log (MAL) e amplitude de movimento | Melhoras significativas no WMFT e MAL | Os ganhos com a prática do Wii são transferidos para atividades de vida diária, com aumento da amplitude de movimento passiva e ativa do MS |
| SAPOSNIK E LEVIN, 2010 | Indivíduos com AVC, 9 no grupo RV (jogos Nintendo Wii) e 8 no grupo de terapia recreativa do MS (jogo de cartas, bingo) | 8 sessões RV (jogos Nintendo Wii) de 60 minutos cada, durante 14 dias; as atividades exercidas pelo grupo terapia recreativa apresentavam movimentos semelhantes ao grupo RV | Avaliação através do WMFT, Box and Block Test e escala de impacto de AVC 4 semanas após a intervenção | Os participantes do grupo RV apresentaram melhora na função motora média de 7 segundos no WMFT | A tecnologia de jogos Nintendo Wii representa uma alternativa segura, viável e potencialmente eficaz para facilitar a terapia de reabilitação e promover a recuperação motora após um AVC |

| Referência | Sujeitos | Tarefa envolvida | Medida de resultado | Resultados | Conclusões |
|---|---|---|---|---|---|
| THOMPSON-BUTEL, *et al.,* 2015. | 49 indivíduos, com média de 2 anos de AVC, com hemiparesia e acometimento do MS, foram divididos em 3 diferentes grupos: baixa (n=16), moderada (n=14) ou alta (n=19) função-motora. | O treinamento consistia em 10 dias consecutivos de sessões de 60min (de Terapia de Movimento baseado em Wii) + o treino complementar com prática progressiva em casa (utilizando jogos do NW) para todos os grupos | As avaliações foram realizadas antes e após o treinamento e utilizaram a escala de Fugl-Meyer (FM), o teste de função motora Wolf (WMFT), e "the Motor Assessment Scale" (MAS) | A função motora do MS melhorou significativamente para todas as avaliações. Quando analisada por subgrupo, essas melhora foi significativa para todos os grupos com a FM; melhora para os grupos moderado e alto na WMFT e MAS | Os autores sugerem que nenhum teste é adequado para medir a função e melhoria em todo o espectro da disfunção de MS e que a seleção da ferramenta de avaliação deve basear-se no nível de função motora residual individualmente de cada paciente. |

Fonte: Elaborado pela autora.

# 2 OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é investigar a transferência dos possíveis ganhos motores obtidos após o treinamento do MSP em RV, para movimentos similares realizados em AR em pacientes com sequelas crônicas após o AVC.

## 2.1 Hipóteses

Como hipótese principal deste estudo espera-se que o treino em RV promova ganhos que tenham transferência positiva para o desempenho de movimentos similares realizados em AR.

# 3 MATERIAIS E MÉTODOS

## 3.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo experimental controlado aleatorizado, simples cego.

## 3.2 Casuística

O cálculo do tamanho amostral foi baseado em um estudo piloto, com 10 indivíduos com AVC. Este estudo indicou como diferença pré e pós-treino um valor de 125º de flexão de cotovelo pré-treino e 135º pós-treino. Com base nessa diferença, o cálculo do tamanho amostral indicou que 26 indivíduos (13 em cada grupo) seriam necessários para obter um poder de 90% ($\alpha$ =0.05).

A divulgação do estudo para o recrutamento dos pacientes foi realizada no jornal da Universidade de São Paulo. O recrutamento foi realizado a partir da lista de interessados que entraram em contato telefônico ou presencial após a divulgação e da fila de espera do ambulatório de fisioterapia em neurologia do curso de graduação em Fisioterapia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Considerando a heterogeneidade dos pacientes com AVC e eventuais perdas ao longo do estudo foram recrutados 48 sujeitos para triagem em relação aos critérios de inclusão e exclusão estabelecidos, de ambos os sexos, com idade entre 18 e 65 anos, com diagnóstico médico de AVC supra-tentorial, confirmado por tomografia computadorizada ou ressonância magnética, ocorrido há pelo menos seis meses. Os participantes foram divididos em dois grupos: grupo experimental (GE) e grupo controle (GC), conforme o fluxograma apresentado na figura 3.

Participaram do estudo 41 indivíduos com média de idade 51,90±12,76 anos, média de tempo de lesão de 5,65±5,21 anos, sendo 14 do sexo feminino e 21 com hemiparesia a esquerda.

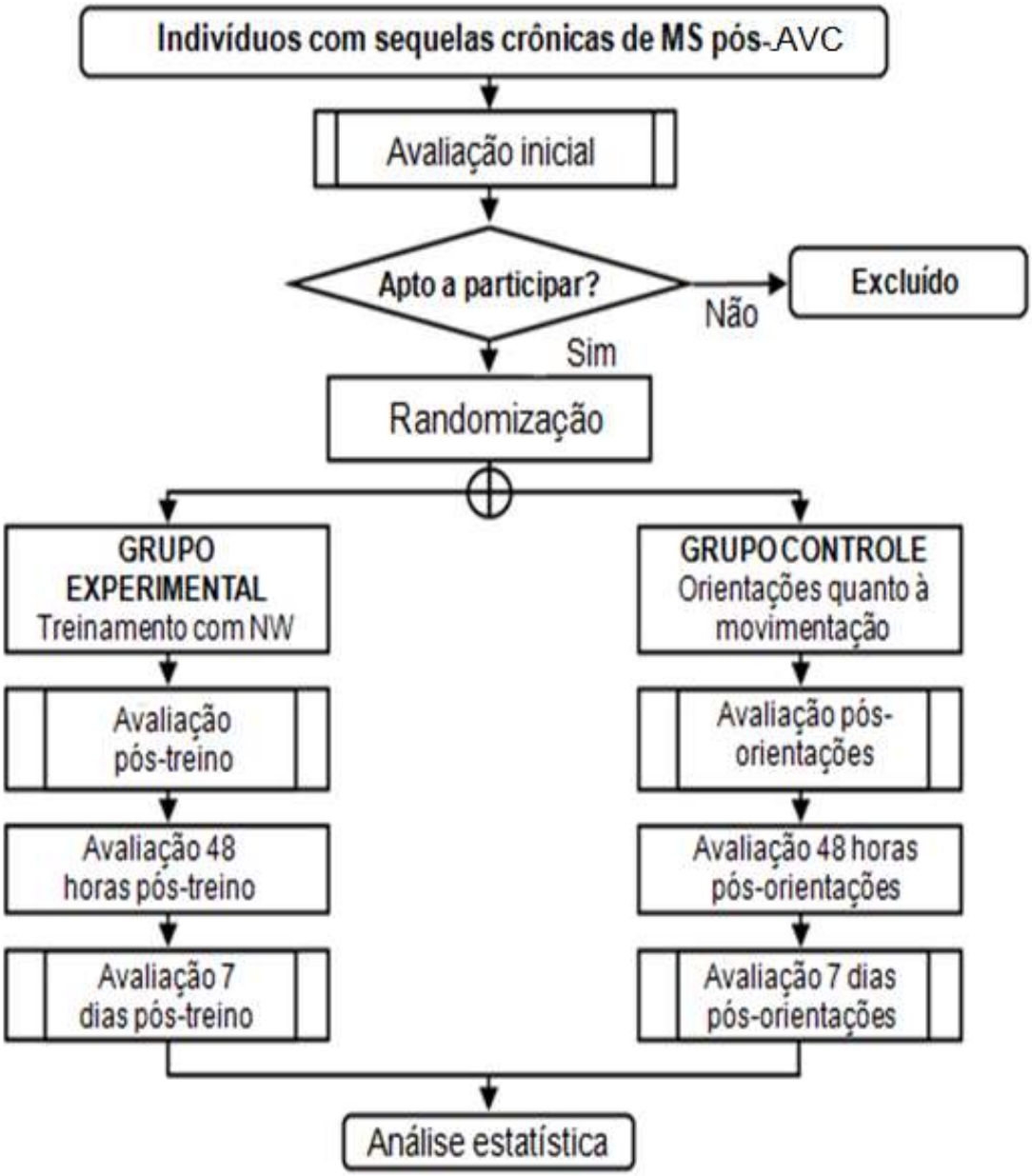



**Figura 3 - Fluxograma do desenho do estudo**

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.2.1 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão determinados para a participação dos pacientes no estudo foram:

- Capacidade de compreender e obedecer a comandos verbais e visuais segundo a observação do avaliador;
- acuidade visual normal ou corrigida;
- capacidade de realizar a flexão de ombro e cotovelo de forma ativa, contra a gravidade, em uma amplitude mínima de 50º com o MSP, mensurados por meio da goniometria;
- pontuação igual ou superior a 20 na escala *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA), versão experimental brasileira; a pontuação de 20 foi escolhida como corte por apresentar boa sensibilidade em estudos realizados com pacientes com AVC (GODEFROY, *et al.,* 2011; MEMÓRIA *et al*., 2013);
- hipertonia (elástica) dos grupos musculares de flexão, extensão, abdução e adução de ombro e flexores e extensores de cotovelo, com pontuação máxima de 3 pontos na Escala Modificada de Ashworth (BOHANNON E SMITH, 1987);
- concordar em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- idade entre 18 e 65 anos.

### 3.2.2 Critérios de exclusão

Os pacientes foram excluídos de acordo com os seguintes critérios:

- Afasia[7] detectável pelo exame clínico;
- alterações musculoesqueléticas que impediam a movimentação do MS;
- relato de dor no MS;
- deformidades no MS;
- experiência prévia em jogos do NW;
- outras doença de ordem neurológica diagnosticada;
- heminegligência[8].

### 3.2.3 Termos de Consentimento

Foi obtido o termo de consentimento de cada participante antes do início do estudo (ANEXO 1). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (registro número 12285, projeto número 326/14 - ANEXO 2).

## 3.3 Local

A triagem, os treinamentos e as avaliações dos pacientes foram realizados no Departamento de Fonoaudiologia, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, localizado na Rua Cipotânea, 51, Cidade Universitária, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

[7]: Afasia pode ser definida como a perda ou redução da capacidade de processar linguagem como resultado de uma lesão cerebral (LEAL e MARTINS, 2005)
[8]: A heminegligência pode ser definida como dificuldade em se orientar em direção a algo localizado espacialmente ou de resposta a estímulos gerados do lado contralateral à lesão cortical, caracterizando-se pela inabilidade de o sujeito registrar, integrar ou responder a eventos provenientes do hemicorpo ou hemiespaço contralateral à lesão cerebral (OLIVEIRA, ARAÚJO E SOARES, 2014).

## 3.4 Materiais

Foram utilizados os seguintes materiais:
- um console do videogame Nintendo Wii®;
- um programa Nintendo Wii Sports Resort®;
- um programa Nintendo Wii Fit®;
- um projetor multimídia (Samsung® modelo SP-M200S);
- uma tela para projeção de 1,5m por 1,5m (Visograf®);
- um computador;
- um cabo de conexão mão/prancha/computador;
- duas fitas adesivo-metálica;
- uma fita de velcro;
- dois bancos de madeira pré-confeccionados;
- uma cadeira;
- uma cabine com mesa de apoio.

## 3.5 Procedimentos

### 3.5.1 Avaliações

Os dois grupos foram avaliados antes do treinamento / orientações (AT), depois do treinamento / orientações (DT), 48 horas após o treinamento / orientações (48DT) e 7 dias após o primeiro treinamento / orientações (7DT), para verificar a aprendizagem e sua transferência (figura 4), sob as mesmas condições por um avaliador cegado quanto a alocação dos participantes nos grupos.

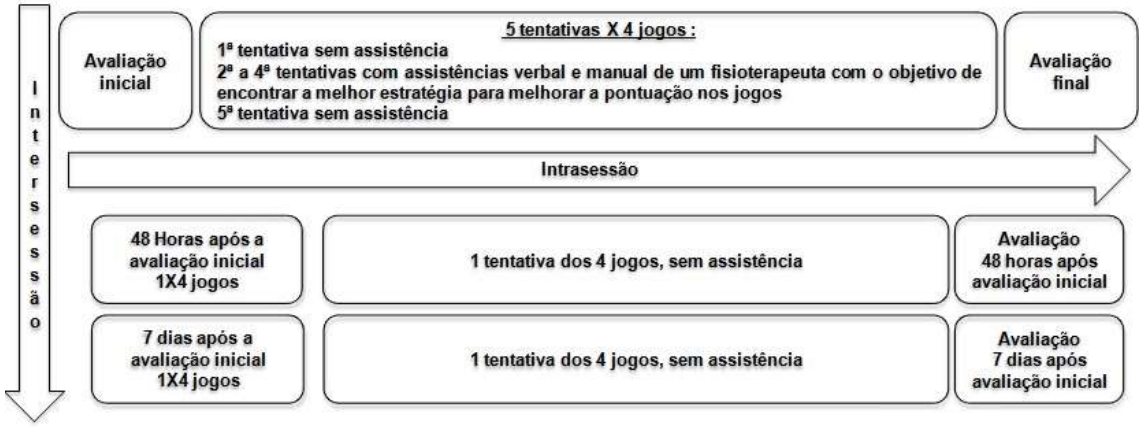



**Figura 4 - Momentos da avaliação**

Fonte: Elaborado pela autora.

Os testes foram selecionados, após a análise realizada por 5 fisioterapeutas especializados na área, de acordo com os principais componentes motores treinados pelos jogos do NW incluídos do presente estudo. Os principais componentes identificados foram flexão e extensão de cotovelo e de ombro em diferentes amplitudes e velocidades, visto que a diminuição da amplitude articular e a falta de velocidade de movimento causam impacto na funcionalidade do indivíduo. Assim, foram selecionados testes capazes de avaliar isoladamente cada um desses componentes em AR.

Seguindo o modelo da CIF, o primeiro teste que envolve a habilidade de realizar movimentos coordenados de forma repetitiva em direção ao alvo, pode ser considerado dentro do domínio de Atividade, enquanto o segundo, de amplitude ativa contra a gravidade dentro do domínio Função do Corpo. Assim, a avaliação no domínio atividade foi adotada como desfecho primário, e a função como desfecho secundário.

#### 3.5.1.1 Desfechos primários

Como desfechos primários do presente estudo foram realizados testes computadorizados de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais de membros superiores. Todos os testes foram aplicados pelo

mesmo avaliador, cegado quanto ao grupo, nas mesmas condições ambientais e metodológicas.

Foram aplicados 3 testes de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais, descritos a seguir:

1. O indivíduo manteve-se sentado no banco, com o tronco ereto e os pés apoiados, de frente para a parede de teste. O teste foi realizado apenas com o MS afetado. Após a fixação por meio de fita adesiva dos sensores na mão do paciente, definição da posição dos alvos e familiarização com teste realizada por meio de explicações verbais e 2 tentativas físicas, o paciente deveria tocar com a face lateral na mão fechada onde estavam fixados os sensores, no alvo localizado à sua frente, repetitivamente, voltando à posição inicial do MS a cada toque no alvo. Para isso foi fornecida a seguinte instrução verbal: “ao ouvir o sinal, toque o alvo e volte a mão para perto da sua perna o mais rápido que conseguir, diversas vezes, até ouvir novamente o sinal“. O início e final do teste era indicado por um sinal sonoro emitido pelo computador. O teste era dado como concluído após 10 tentativas corretas; as tentativas incorretas não eram consideradas mas afetavam negativamente no tempo total. A altura do alvo foi definida como a maior distância alcançada pela mão, durante a flexão ativa do ombro acometido, com o paciente sentado. A distância inicial entre a mão do paciente e a parede era de 30cm e medida com o paciente sentado, o ombro em neutro, cotovelo fletido a 90º. Os movimentos realizados eram de flexão-extensão de ombro e cotovelo. (figura 5).

A velocidade e precisão dos movimentos eram registrados por meio de um computador acoplado aos sensores colocados na mão do paciente e no alvo.

**Figura 5 - Fotografia digital do teste 1 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais**

Fonte: Elaborado pela autora.

2. O indivíduo realizou o teste sentado no banco, com o tronco ereto e os pés apoiados, ao lado da parede de teste. Após a fixação por meio de fita adesiva dos sensores na mão do paciente, definição da posição dos alvos e familiarização com teste realizada por meio de explicações verbais e 2 tentativas físicas, o paciente deveria tocar com a face lateral na mão fechada onde estavam fixados os sensores, no alvo localizado ao seu lado (acometido), repetitivamente, voltando à posição inicial do MS a cada toque no alvo. Para isso foi fornecida a seguinte instrução verbal: “ao ouvir o sinal, toque o alvo e volte a mão para perto da sua coxa o mais rápido que conseguir, diversas vezes, até ouvir novamente o sinal“. O início e final do teste era indicado por um sinal sonoro emitido pelo computador. O teste era dado como concluído após 10 tentativas corretas; as tentativas incorretas não eram consideradas mas afetavam negativamente no tempo total. A altura do alvo foi definida como a maior distância alcançada pela mão, durante a abdução ativa do ombro acometido, com o paciente sentado. A distância inicial entre a mão do paciente e a parede de teste foi de 30cm e medida com o paciente sentado, o ombro em neutro, cotovelo fletido a 90º. Os movimentos realizados eram de abdução, adução de ombro, flexão e extensão de cotovelo e leve rotação de tronco (figura 6).

A velocidade e precisão dos movimentos eram registrados por meio de um computador acoplado aos sensores colocados na mão do paciente e no alvo.

**Figura 6 - Fotografia digital do teste 2 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais**

Fonte: Elaborado pela autora.

3. O indivíduo realizou o teste sentado no banco, com o tronco ereto e os pés apoiados, de frente para a mesa de teste. Após a fixação por meio de fita adesiva dos sensores na mão do paciente, definição da posição dos alvos e familiarização com teste realizada por meio de explicações verbais e 2 tentativas físicas, o paciente deveria tocar com a face lateral na mão fechada onde estavam fixados os sensores, no alvo localizado a sua frente (sob a mesa), repetitivamente, voltando à posição inicial do MS a cada toque no alvo. Para isso foi fornecida a seguinte instrução verbal: “ao ouvir o sinal, toque o alvo e volte a mão para perto da sua coxa o mais rápido que conseguir, diversas vezes, até ouvir novamente o sinal“. O início e final do teste era indicado por um sinal sonoro emitido pelo computador. O teste era dado como concluído após 10 tentativas corretas; as tentativas incorretas não eram consideradas mas afetavam negativamente no tempo total. A distância entre o alvo e o paciente foi medida com o paciente sentado, o ombro em neutro, cotovelo fletido a 90º; a distância entre a mão e o alvo foi de 20cm. Os movimentos realizados eram de flexão e extensão de cotovelo (figura 7).

A velocidade e precisão dos movimentos eram registrados por meio de um computador acoplado aos sensores colocados na mão do paciente e no alvo.

**Figura 7 - Fotografias digitais do teste 3 de precisão motora e velocidade de movimentos sequenciais**

Fonte: Elaborado pela autora.

### 3.5.1.2 Desfecho secundário

O desfecho secundário foi realizado por meio da mensuração da amplitude de movimento de flexão, extensão, abdução e adução de ombros e flexão e extensão de cotovelos por meio da goniometria. Essa mensuração também foi utilizada como medida de transferência.

A goniometria é uma ferramenta utilizada por fisioterapeutas para quantificar as limitações funcionais, decidir sobre as intervenções terapêuticas adequadas e documentar a efetividade dessas intervenções através da mensuração da amplitude de movimento (GAJDOSIK E BOHANNON, 1987). Neste estudo, esta ferramenta será utilizada como critério de inclusão, onde, de acordo com as funções motoras avaliadas para os jogos, estimou-se que os

participantes deverão apresentar angulação mínima de 50º de flexão de ombro e de cotovelo do membro acometido. Além disso, as mensurações adicionais de rotações interna/externa, adução e abdução, flexão e extensão do ombro e flexão e extensão de cotovelo do MS afetado, foram utilizadas para documentar os possíveis ganhos nas amplitudes de movimento e mensuradas AT, DT, 48DT e 7DT.

### 3.5.2 Intervenção

#### 3.5.2.1 Treinamento para o GE

Os pacientes do GE realizaram o treinamento, supervisionados por um fisioterapeuta, por meio de sete tentativas de cada um dos 4 jogos do Nintendo Wii® (Nintendo Wii Sports Resort® - NWSR e Nintendo Wii Fit® - NWF). Das sete tentativas, cinco foram realizadas no primeiro dia de treinamento, uma 48 horas após e a última sete dias após o início das avaliações.

O treinamento dos jogos foi realizado em sessão individual, com o paciente sentado em um banco adaptado com a plataforma Wii Balance Board® - WBB, a fim de eliminar possíveis alterações de equilíbrio em ortostatismo, fazendo com que o indivíduo concentrasse mais a atenção no MS (figura 8).

**Figura 8 - Fotografias digitais do banco adaptado com a plataforma Wii Balance Board**

Fonte: Elaborado pela autora.

Os jogos do NW foram selecionados após análise do repertório de jogos que são controlados por joysticks disponíveis nos pacotes Nintendo Wii Sports Resort® - NWSR e do Nintendo Wii Fit® - NWF. Esta análise foi realizada por 5 fisioterapeutas especializados na área de fisioterapia em Neurologia. Os critérios de seleção foram (1) potencial terapêutico para a reabilitação do MSP e segurança para o paciente, com base nas evidências atuais sobre o assunto e na experiência do profissional; (2) jogabilidade[7], baseada na exploração dos jogos e (3) aplicabilidade com a população alvo.

O processo foi realizado em quatro etapas: a primeira envolveu o rastreio de todos os jogos que envolvessem o uso dos MMSS por dois dos cinco fisioterapeutas; a segunda envolveu a discussão coletiva do potencial terapêutico de cada um deles que permitiu a seleção de 4 jogos; a terceira envolveu a avaliação coletiva da jogabilidade dos jogos selecionados por meio da experiência adquirida pelos fisioterapeutas ao jogar; finalmente, a última

[7]: Jogabilidade descreve a interação possível entre o jogo e o jogador, dentro dos limites disponibilizados no jogo (KASTENSMID, 2010).

etapa envolveu a avaliação coletiva da aplicabilidade por meio da observação do desempenho de pessoas com sequelas crônicas de AVC durante o jogo.

As demandas motoras dos quatro jogos selecionados envolvem, principalmente, os movimentos de flexão e extensão de ombros e/ou flexão e extensão de cotovelos em velocidade e amplitude variáveis, e, de forma menos ativa, a abdução do ombro (tabela 2).

Esses componentes são fundamentais para a recuperação da função motora do MSP, e se transferidos para outros contextos, podem impactar positivamente as atividades AVDs e AIVD dos pacientes, o que facilita a participação do indivíduo na sociedade, promovendo de fato uma melhora da capacidade funcional do indivíduo segundo o modelo da CIF.

Tabela 2 - Principais componentes motores treinados nos jogos

| | **SI** | **AL** | **DO** | **MD** | **FO** | **FC** | **AO** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **WB** | X | | X | X | X | | X |
| **CN** | X | | | X | | X | X |
| **RP** | | X | X | X | | X | |
| **BT** | | X | | X | X | X | |

WB- Wakeboarding, CN- Canoeing, RP- Rhythm Parade, BT- Big Top Juggling, SI- movimentos simultâneos, AL- movimentos alternados, DO- movimentos em direções opostas, MD- movimentos na mesma direção, FO- flexão de ombro, FC- flexão de cotovelo, AB- abdução de ombro
Fonte: Elaborado pela autora.

Os jogos do NW exigem deslocamentos controlados do centro de pressão do corpo, movimentos dos membros superiores, rápidos ou lentos, de grandes ou pequenas amplitudes, dependendo do jogo. Oferece aos jogadores realimentação visual, auditiva e, em alguns casos, vibratórias, que podem facilitar o treinamento e a melhora no desempenho das tarefas propostas. O controle dos níveis de dificuldade possibilita a utilização dos jogos por pacientes com disfunções motoras.

O treinamento consistiu em um total de 7 repetições de cada um dos jogos, no decorrer de três sessões. Inicialmente, em cada uma das sessões, eram fornecidas explicações sobre o objetivo do jogo, regras e movimentos necessários para controlar o avatar. Após as explicações e demonstrações iniciais da primeira sessão, foi permitida uma rápida familiarização com os jogos fazendo com que o paciente movimentasse o avatar aleatoriamente. Das sete tentativas, cinco foram realizadas no primeiro dia de treinamento, uma 48 horas após e a última sete dias após o início das avaliações. Durante os treinos das segunda, terceira e quarta tentativas da primeira sessão, o fisioterapeuta fornecia assistência manual, orientações verbais e estímulos motivacionais com o objetivo de realizar correções de velocidade, direção, aceleração, amplitude, ritmo e coordenação dos movimentos necessários e auxiliar que o paciente atingisse o melhor desempenho possível e não usasse para isso movimentos compensatórios que pudessem reforçar as disfunções motoras do MSP.

A pontuação do desempenho dos jogos foi obtida por meio de quatro tentativas: duas realizadas no primeiro dia, sendo a primeira (1ªS1) e a quinta (5ªS1) jogadas do primeiro dia de treinamento, uma realizada na sessão 2, 48 horas após o 1º dia (48DT) e a última realizada na sessão 3, 7 dias após o início do treinamento (7DT). Durante essas quatro avaliações os pacientes não recebiam quaisquer assistências física ou verbal; o fisioterapeuta apenas permanecia por perto para garantir a segurança do paciente.

Visando minimizar os efeitos da fadiga no membro superior, foi permitido um descanso de um minuto entre as tentativas 3 e 4 e um intervalo de 5 minutos entre os quatro jogos do primeiro dia.

Para os jogos *Canoeing* e *Wakeboarding* foi adaptado um cabo ao controle Wii Remote visando uma melhor acomodação da mão do participante (figura 9). Além disso, caso o participante não fosse capaz de segurar o controle Wii Remote ou o cabo sua mão era fixada no objeto através de um velcro (figura 10).

**Figura 9 - Fotografias digitais do cabo adaptado ao controle Wii Remote para os jogos Canoeing e Wakeboarding**

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 - Fotografias digitais com fixação da mão através do velcro no cabo adaptado ou controle Wii Remote
Fonte: Elaborado pela autora.

Os jogos selecionados e suas demandas são apresentados na tabela 3.

**Tabela 3** Jogos selecionados e suas demandas

| Jogo | Tela | Descrição |
|---|---|---|
| *Canoeing* | | O objetivo do jogo é remar a canoa dentro de uma pista demarcada em um lago, evitando os obstáculos no caminho até a linha de chegada, no tempo de 1 minuto. O jogador visualiza seu avatar que reproduz os seus movimentos realizados com o Wii Remote. Segurando o controle com as duas mãos (adaptado a um cabo de forma a apoiar as duas mãos), o jogador realiza movimentos de remada, movendo o controle para os dois lados (alternando direita e esquerda), através dos movimentos de flexão, extensão, abdução, adução, rotação interna de ombros e flexão e extensão de cotovelos. Além das exigências motoras citadas, o jogo exige atenção, antecipação e planejamento. |
| *Big Top Juggling* | | O objetivo do jogador neste jogo é se equilibrar em cima de uma bola (através do balanço do tronco) e equilibrar, com as mãos, as bolinhas jogadas (uso dos controles Wiimote/Nunchuk). Para isso é necessário que o jogador realize movimentos de flexão e extensão dos cotovelos, usando o Wii Remote e o Nunchuk (um em cada mão), para jogar as bolinhas para cima e que realize descarga de peso no osso Isquio, através de leve flexão lateral de tronco (para se manter encima da bola). A pontuação se dá ao conseguir jogar uma bola para cima e não deixá-la cair. Ao longo do jogo é mostrado na tela a pontuação do |

participante e o tempo gasto. O jogo exige atenção, planejamento e tomada de decisão.

Rhythm Parade

É um jogo onde acontece um desfile de fanfarra. Seguindo o ritmo determinado pelo avatar e pela música, deve-se realizar movimentos de flexão e extensão de cotovelos (movimentando os controles manuais). O momento e o lado correto das batidas são determinados pelos círculos que se sobrepõem na tela do jogo. A pontuação se dá de acordo com o número de acertos dos movimentos com os controles manuais. Informações sobre a precisão das batidas são fornecidas continuamente na tela. Além das exigências motoras citadas acima, o jogo exige o planejamento dos movimentos e tomada de decisão.

*Wakeboarding*

Neste jogo o avatar fica em cima de uma prancha e é puxado por uma lancha. Segurando o controle com as duas mãos (adaptado a um cabo de forma a apoiar as duas mãos), movendo para a direita e esquerda, a fim de fazer manobras para ganhar pontos ao conseguir pular a onda formada pelo barco. Os movimentos são realizados através de flexão, abdução, adução, rotação interna e externa de ombro, flexão e extensão de cotovelo. O jogo também exige atenção e planejamento dos movimentos.

Fonte: Elaborado pela autora.

#### 3.5.2.2 Treinamento GC

Os pacientes do GC não receberam nenhum tipo de treino motor. Foram submetidos à avaliação inicial e em seguida receberam orientações em relação aos cuidados gerais para um melhor desempenho em suas AVDs (ANEXO 2). O tempo de duração das orientações foi idêntico ao tempo despendido com os jogos pelo GE, no primeiro dia.

O GC foi idealizado com o objetivo de verificar o possível efeito de aprendizagem dos pacientes nos testes ao longo das avaliações.

## 3.6 Randomização

Os 48 pacientes foram randomizados por meio de sorteio, através de uma tabela numérica, em dois grupos: 24 no grupo experimental (GE) e 24 no grupo controle (GC).

## 3.7 Estudo cego

O estudo foi cego, sendo que os pesquisadores envolvidos na avaliação e reavaliações dos pacientes não sabiam a que grupo cada um foi randomizado e não participaram do treinamento com os jogos ou passaram orientações ao GC.

## 3.8 Análise dos resultados

Os dados demográficos e as características clínicas dos grupos GE e GC foram comparadas por meio do teste t não-pareado.

Para analisar as medidas primária e secundária, ou seja, os testes de generalização, após testes de normalidade (teste de Kolmogorov-Smirnov) e homogeneidade (teste de Levene) e análise de distribuição de resíduos, foram realizadas seis análises de variância de medidas repetidas (ANOVA-MR), uma para cada variável dependente, utilizando como fator o grupo (GE e GC) e as quatro avaliações (AT, DT, 48DT e 7DT), como medida repetida.Para os efeitos que alcançaram nível de significância, foi realizado o Teste Pós Hoc de Tukey para a verificação de eventuais diferenças entre os mesmos.

# 4 RESULTADOS

## 4.1 Características dos participantes

Prevendo possíveis desistências, foram incluídos 48 indivíduos. Dentre esses, 43 foram incluídos conforme os critérios pré-estabelecidos sendo randomicamente alocados em GE (n=22) e GC (n=21). Após duas desistências no GC, os experimentos foram finalizados com 41 pacientes (figura 11).

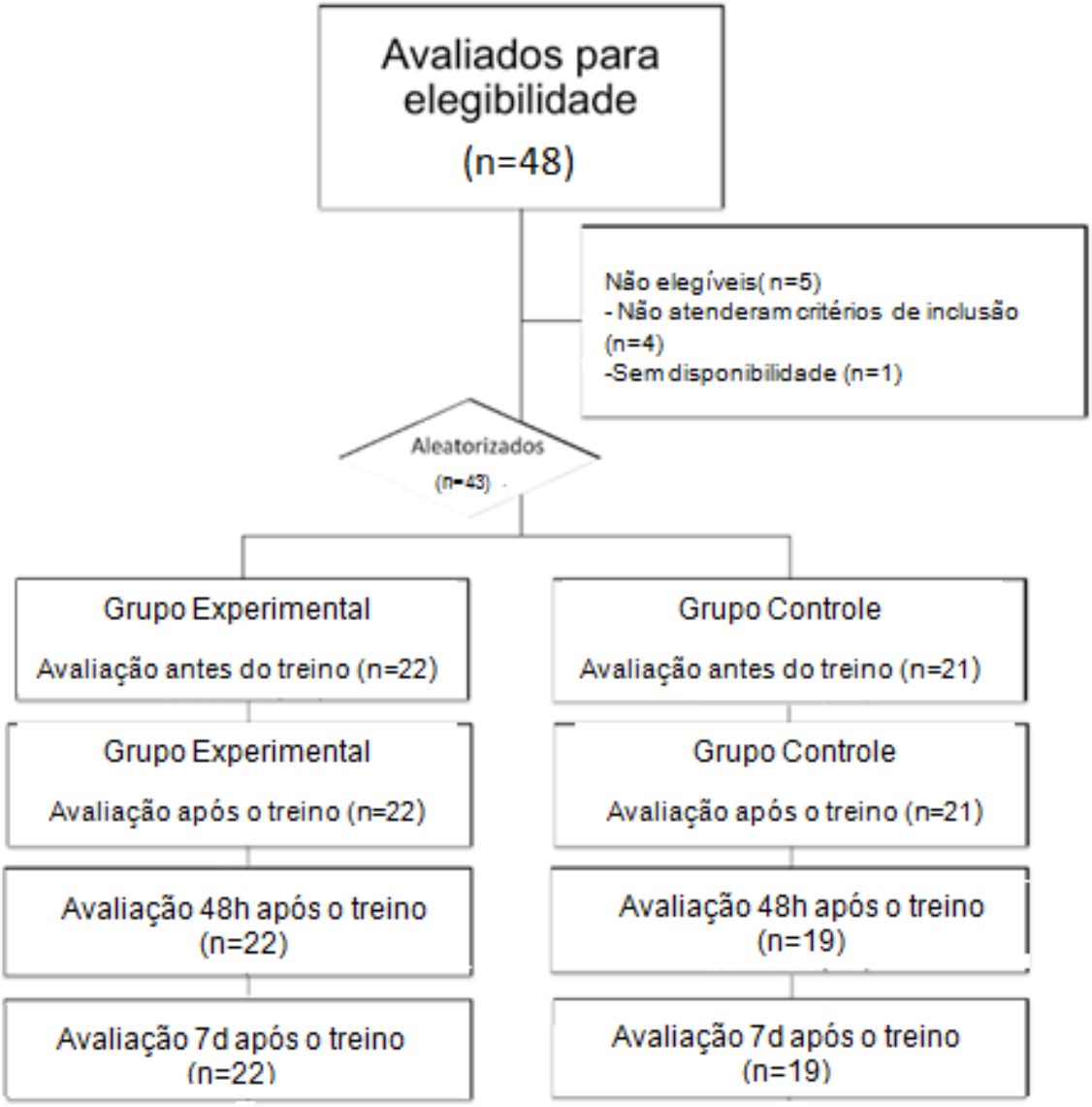



Figura 11 - Fluxograma com informações detalhadas dos participantes
Fonte: Elaborado pela autora.

As características dos participantes dos grupos controle e experimental, antes do início do treinamento, são mostradas na tabela 4. Não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos, nos aspectos avaliados.

**Tabela 4 - Características dos participantes**

| | Grupo experimental (n = 22) | Grupo Controle (n =19) | Valor de p |
|---|---|---|---|
| Idade (anos) | 52,7 (10,29) | 51,1 (15,39) | 0,69 |
| Sexo (F/M) | 5F; 17M | 9F; 10M | 0,15 |
| Tempo de AVC (anos) | 5,68 (5,31) | 5,63 (5,25) | 0,97 |
| Lado da hemiparesia (E/D) | 13E; 9D | 9E;10D | 0,35 |
| MoCA (escore) | 24,00(3,55) | 22,31 (1,94) | 0,07 |
| Escala de Ashworth (graus) | 1,13 (0,90) | 1,15 (0,80) | 0,93 |
| Goniometria flexão de ombro (graus) | 114,86 (48,47) | 119,94 (38,98) | 0,71 |
| Goniometria flexão de cotovelo (graus) | 127,90 (15,02) | 132,94 (13,30) | 0,26 |

Dados apresentados em média (desvio padrão). Foi utilizado teste t para análise das diferenças entre os grupos experimental e controle para as variáveis: idade, tempo de AVC, escore no MoCA, escala de Ashworth e goniometria de flexão de ombro e cotovelo. Foi utilizado o Mann-Whitney U Test para as variáveis: sexo e lado da hemiparesia.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 4.2 Aprendizagem nos jogos

A tabela 5 mostra a média e o desvio padrão dos valores das pontuações obtidas por sessão de treino, em cada jogo, pelo grupo experimental, além dos níveis de significância atingidos na Análise de Variância de Múltiplas Comparações (ANOVA-MR) para medidas repetidas e no teste post hoc de Tukey-Kramer, para comparação entre a 1ª tentativa de jogo na 1ª sessão (1ªS1) e a última sessão (7DT). O alfa de 0,05 foi utilizado como significância estatística.

Os resultados indicam que os pacientes com AVC foram capazes de melhorar o seu desempenho nos quatro jogos, e manter os ganhos até 7 dias depois do início do treinamento.

**Tabela 5 - Pontuação obtida nos jogos**

| | 1ªS1 | 5ªS1 | 48DT | 7DT | p-value |
|---|---|---|---|---|---|
| **WB** | 154,70 (108,98) | 221,25 (115,28) | 283,80 (117,99) | 286,80 (152,02) | 0,00064 |
| **CN** | 92,44 (43,97) | 130,39 (40,44) | 131,52 (45,36) | 140,05 (42,70) | 0,00001 |
| **RP** | 86,59 (36,04) | 97,86 (50,98) | 114,18 (51,85) | 113,36 (58,49) | 0,00246 |
| **BT** | 34,85 (44,29) | 84,38 (87,35) | 125,71 (143,55) | 179,33 (197,87) | 0,00001 |

Média da pontuação nos jogos, do GE ( com desvio padrão). WB- Wakeboarding, CN- Canoeing, RP- Rhythm Parade, BT- Big Top Juggling, 1ªS1-1ª jogada no 1º dia de treinamento , 5ªS1-5ª jogada do 1º dia de treinamento, 48DT- 48 horas após o início do treinamento e 7DT- 7 dias após o início do treinamento.

Fonte: Elaborado pela autora.

## 4.3 Transferência

### 4.3.1 Desfecho Primário - Teste de precisão motora e velocidade

Como já mencionado, o tempo despendido para realizar movimentos coordenados e repetitivos em direção a um alvo foi adotado como desfecho primário do presente estudo. A tabela 6 mostra a média e o desvio padrão do tempo gasto (em segundos) em cada um dos 3 testes de precisão motora e velocidade, pelos grupos experimental e controle.

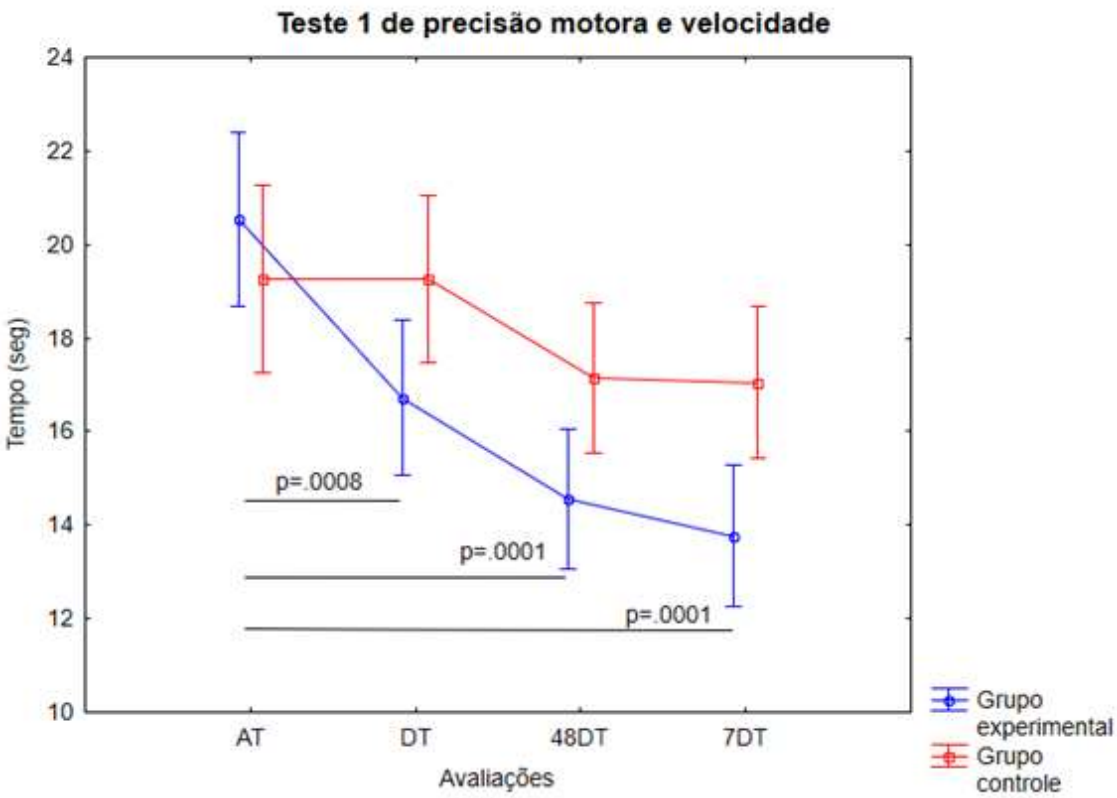
**Tabela 6- Dados dos testes de precisão motora e velocidade**

| | AT | DT | 48DT | 7DT |
|---|---|---|---|---|
| Teste 1 | | | | |
| Todos | 19,95 (8,65) | 17,09 (7,79) | 15,75 (7,04) | 15,29 (7,21) |
| Grupo Experimental | 20,54 (9,70) | 16,72 (8,06) | 14,54 (6,46) | 13,77 (6,94) |
| Grupo Controle | 19,26 (7,45) | 19,26 (7,45) | 17,17 (7,59) | 17,05 (7,30) |
| Teste 2 | | | | |
| Todos | 15,17 (5,66) | 14,39 (6,12) | 14,56 (6,83) | 13,19 (5,96) |
| Grupo Experimental | 16,59 (6,45) | 15,13 (7,44) | 15,59 (8,06) | 13,45 (7,15) |
| Grupo Controle | 13,52 (4,15) | 13,52 (4,15) | 13,36 (4,99) | 12,89 (4,37) |
| Teste 3 | | | | |
| Todos | 4,65 (2,10) | 4,12 (1,95) | 4,00 (2,02) | 4,28 (2,55) |
| Grupo Experimental | 4,52 (2,33) | 3,52 (1,86) | 3,23 (1,78) | 3,50 (2,02) |
| Grupo Controle | 4,78 (1,87) | 4,78 (1,87) | 4,84 (1,97) | 5,15 (2,83) |

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados obtidos nos três testes de precisão motora e velocidade foram divididos de acordo com os efeitos encontrados nas análises pela ANOVA-MR e no teste post hoc de Tukey-Kramer, para comparação entre a primeira avaliação e cada uma das avaliações seguintes, e são apresentados a seguir.

Para o teste 1 de precisão motora e velocidade, a ANOVA-MR mostrou um efeito de interação estatisticamente significativo (p=0,002) e também de avaliação (p=0,000); F(3,117)=5,1298 e ES=0,91). De acordo com o pós teste de Tukey-Kramer para as comparações intragrupos, o tempo obtido AT foi diferente do observado DT (p=0,0008), 48DT (p=0,0001) e 7DT (p=0,0001), apenas para o GE, como ilustra a figura 12.




Média de tempo e erro padrão no Teste 1 de precisão motora e velocidade
AT- Antes do treinamento; DT- Depois do treinamento; 48DT- 48 horas depois do treinamento; 7DT- Sete dias depois do treinamento

**Figura 12 - Teste 1 de precisão motora e velocidade**

A ANOVA-MR para o escore obtido no teste 2 de precisão motora e velocidade mostrou um efeito significativo de avaliação (p=0,036); F(3,117)=1,3106 e ES=0,34). De acordo com o pós-teste de Tukey-Kramer o escore obtido AT foi diferente do observado 7DT (p=0,015), como ilustra a figura 13.

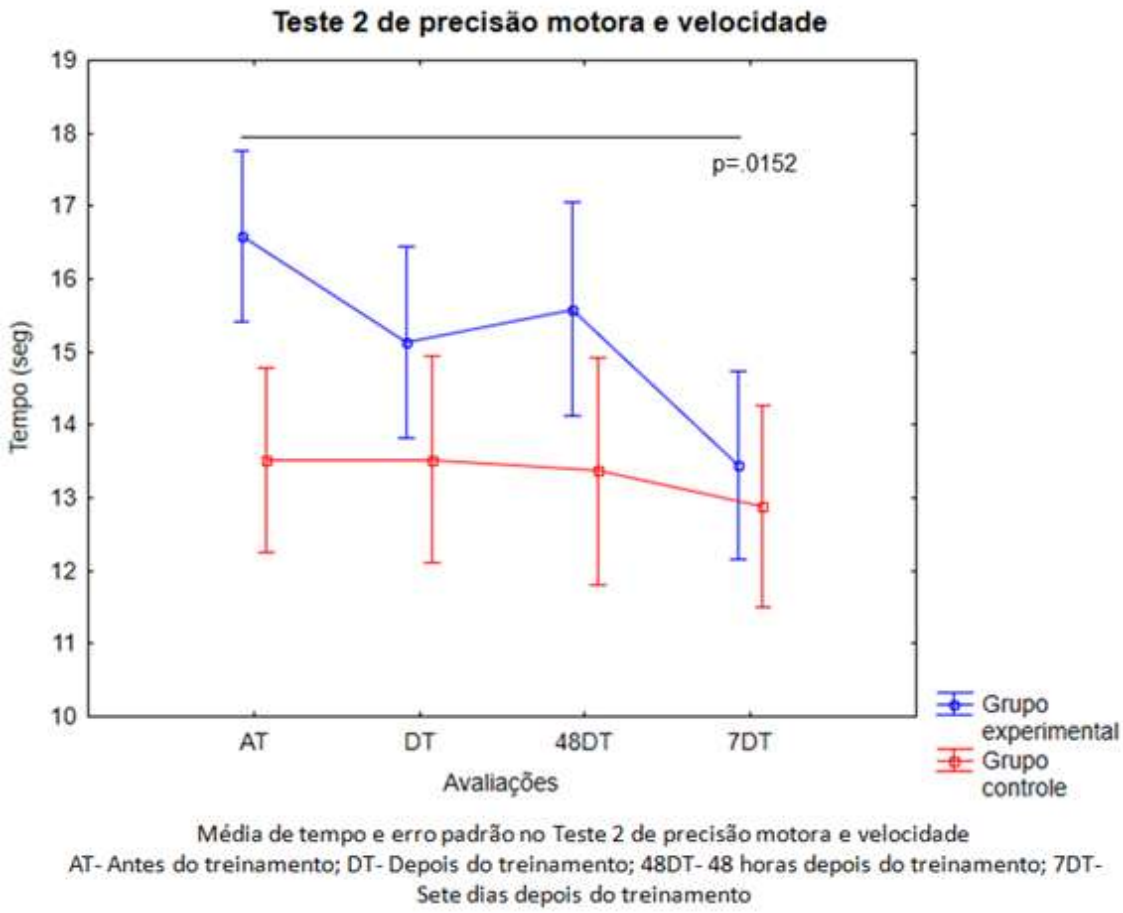



**Figura 13- Teste 2 de precisão motora e velocidade**

Para o teste 3 de precisão motora e velocidade, a ANOVA-MR mostrou um efeito de interação estatisticamente significativo (p=0,009) e também de avaliação (p=0,046); F(3,114)=3,9680 e ES=0,82). De acordo com o pós teste de Tukey-Kramer para as comparações intragrupo o tempo obtido AT foi diferente do observado DT (p=0,049), 48DT (p=0,002) e 7DT (p=0,032), apenas para o GE, como ilustra a figura 14.

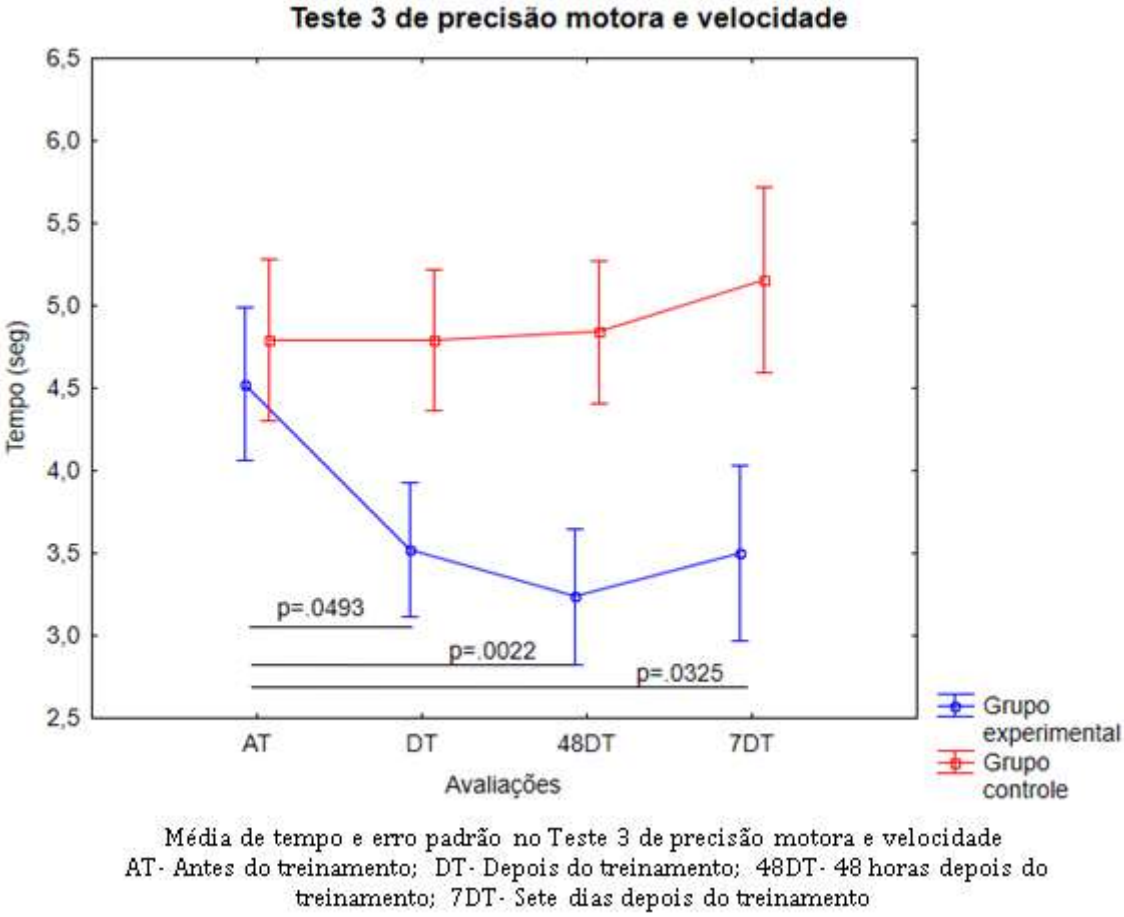



**Figura 14 - Teste 3 de precisão motora e velocidade**

Em síntese, os resultados mostraram que o treinamento por meio dos jogos promoveu uma redução significativa do tempo despendido para realizar movimentos sequências coordenados de flexão de ombro e cotovelo em direção ao alvo, ou seja, promoveu uma melhora no desempenho em termos de velocidade e acurácia já que eventuais tentativas incorretas afetavam negativamente o tempo total.

Por outro lado, houve um aumento na velocidade dos movimentos de abdução do ombro entre a primeira e a última avaliação para ambos os grupos.

### 4.3.2 Desfecho secundário - Goniometria

A amplitude máxima de movimento ativa contra a gravidade foi adotada como desfecho secundário do presente estudo, como já mencionado. A tabela 7 mostra a média e o desvio padrão da mensuração da amplitude de movimento de flexão de ombro, abdução de ombro e flexão de cotovelo, pelos grupos experimental e controle.

**Tabela 7- Dados da mensuração da goniometria**

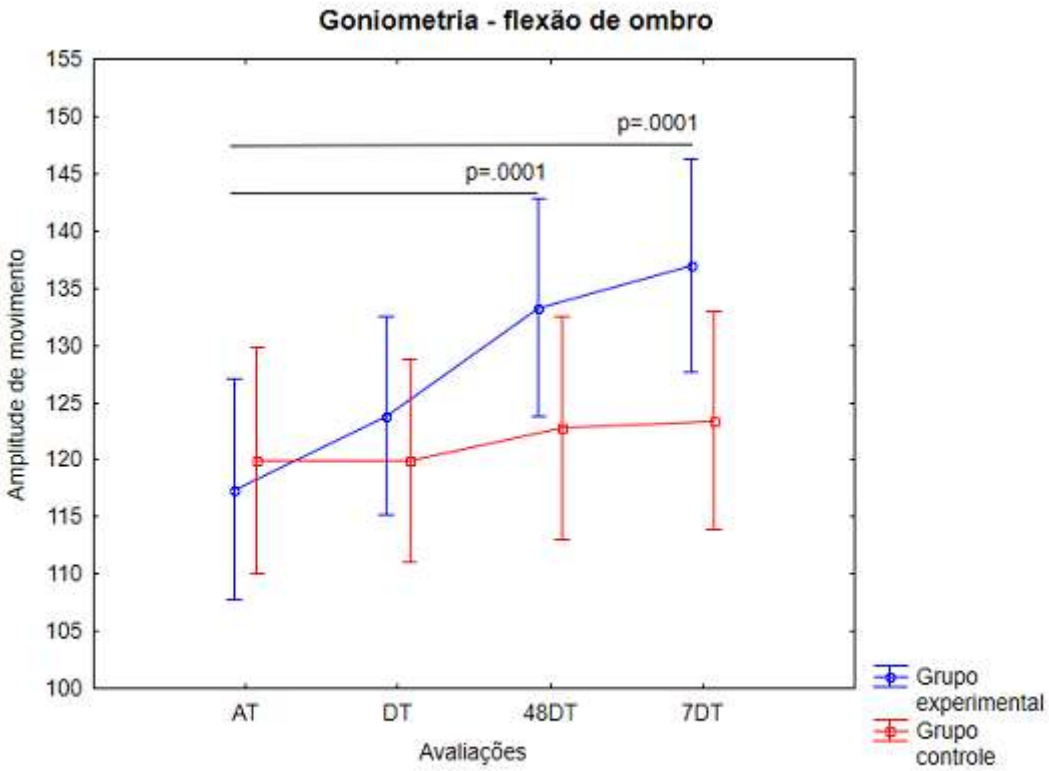
| | AT | DT | 48DT | 7DT |
|---|---|---|---|---|
| Flexão de Ombro | | | | |
| Todos | 118,64 (42,68) | 121,92 (38,31) | 128,17 (42,23) | 130,35 (41,67) |
| Grupo Experimental | 117,40 (46,91) | 123,80 (38,59) | 133,30 (43,92) | 136,95 (43,90) |
| Grupo Controle | 119,94 (38,98) | 119,94 (38,98) | 122,78 (40,86) | 123,42 (39,15) |
| Abdução de Ombro | | | | |
| Todos | 118,00 (41,00) | 120,17 (40,16) | 125,90 (43,60) | 125,52 (43,33) |
| Grupo Experimental | 119,00 (40,06) | 123,14 (38,16) | 131,14 (43,85) | 129,57 (43,13) |
| Grupo Controle | 116,89 (43,07) | 116,89 (43,07) | 120,10 (43,77) | 121,05 (44,28) |
| Flexão de Cotovelo | | | | |
| Todos | 131,50 (13,35) | 134,15 (12,45) | 135,05 (12,35) | 135,65 (12,08) |
| Grupo Experimental | 130,19 (13,59) | 135,23 (11,85) | 135,80 (10,92) | 138,09 (9,81) |
| Grupo Controle | 132,94 (13,30) | 132,94 (13,30) | 134,21 (14,03) | 132,94 (13,95) |

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados obtidos nas mensurações das amplitudes de movimento foram divididos de acordo com os efeitos encontrados nas análises pela ANOVA-MR e no teste post hoc de Tukey-Kramer, para comparação entre a primeira avaliação e cada uma das avaliações seguintes, e são apresentados a seguir.

Para a mensuração da amplitude de flexão de ombro, a ANOVA-MR um efeito de avaliação (p=0,000) e interação estatisticamente significativo (p=0,0007); F(3,111)=6,0009 e ES=0,95). De acordo com o pós teste de Tukey-Kramer para comparação intragrupo, a ADM em graus obtido AT foi inferior do

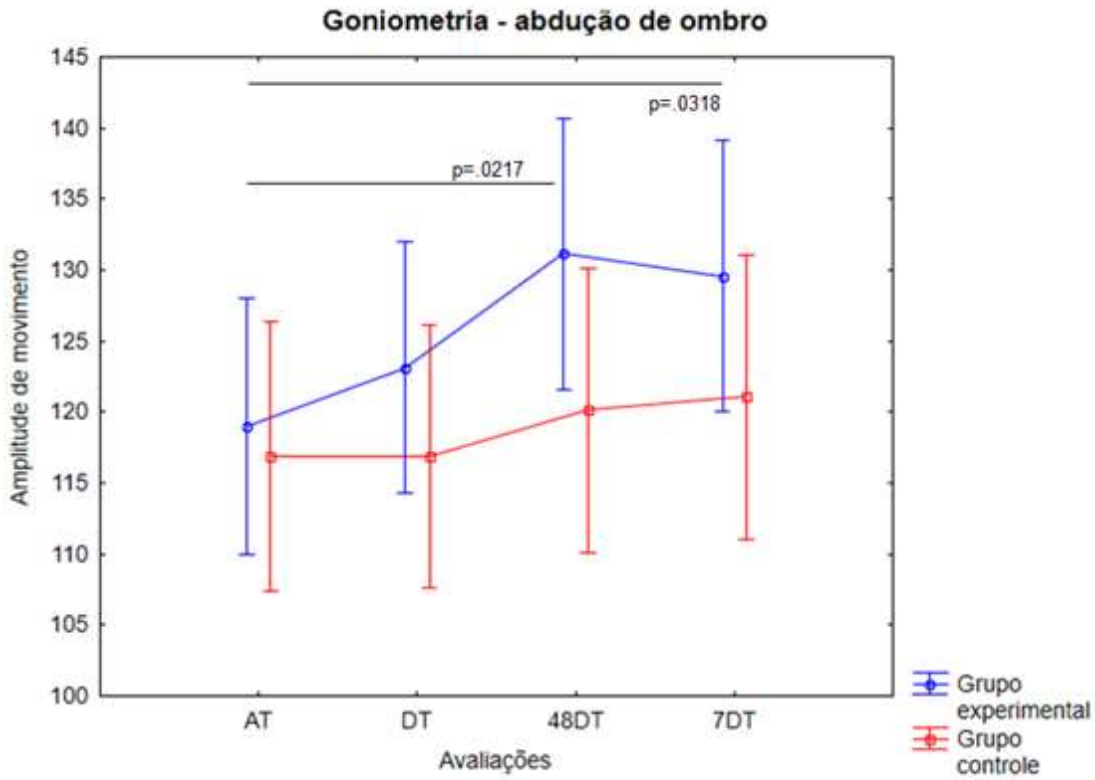
observado 48DT (p=0,0001) e 7DT (p=0,0001), apenas para o GE, como ilustra a figura 15.




Média da amplitude de movimento e erro padrão na Goniometria de flexão de ombro
AT- Antes do treinamento; DT- Depois do treinamento; 48DT- 48 horas depois do treinamento; 7DT- Sete dias depois do treinamento

**Figura 15 - Goniometria de flexão de ombro**

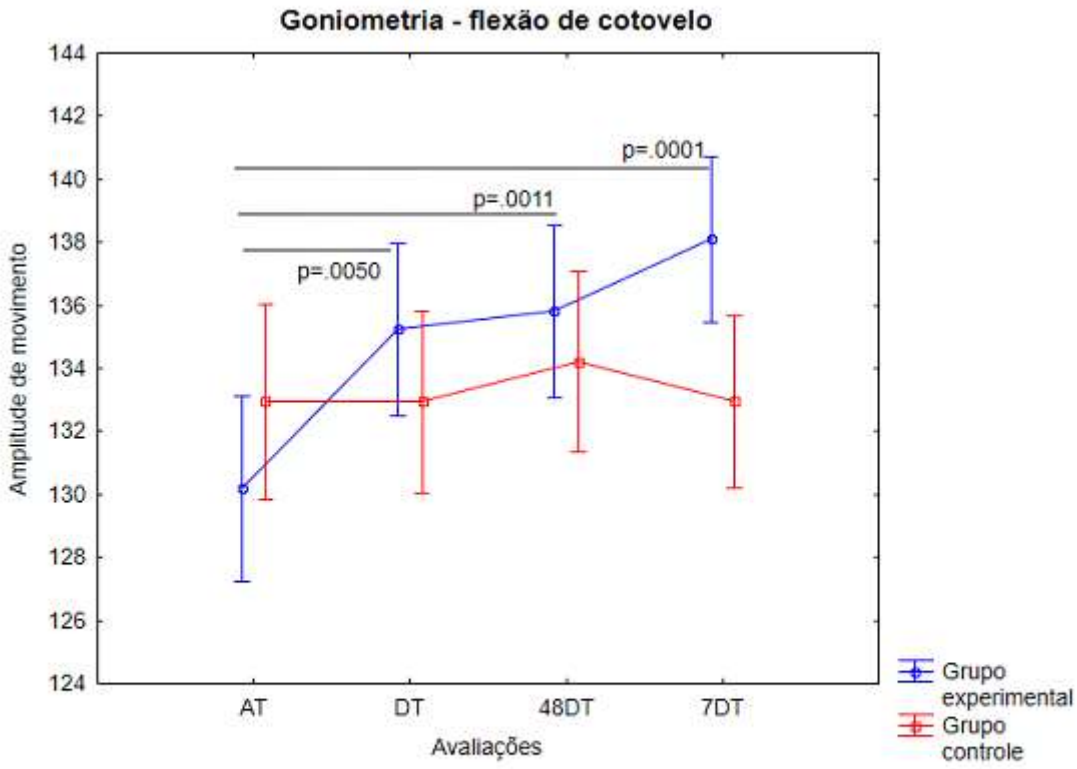
A ANOVA-MR para a ADM obtida na mensuração da amplitude de abdução do ombro revelou apenas um efeito significativo de avaliação (p=0,009); F(3,114)=0,97954 e ES=0,26). De acordo com o pós teste de Tukey-Kramer o escore obtido AT foi diferente do observado 48DT (p=0,0217) e 7DT (p=0,0318) como ilustra a figura 16.




Média da amplitude de movimento e erro padrão na Goniometria de abdução de ombro
AT- Antes do treinamento; DT- Depois do treinamento; 48DT- 48 horas depois do treinamento; 7DT- Sete dias depois do treinamento

**Figura 16 - Goniometria de abdução de ombro**

Para a mensuração da amplitude de flexão de cotovelo, a ANOVA-MR um efeito de avaliação (p=0,0003) e interação estatisticamente significativo (p=0,0009); F(3,114)=5,8459 e ES=0,94). De acordo com o pós teste de Tukey-Kramer para a comparação intragrupo, a ADM obtida AT foi diferente do observado DT (p=0,0050), 48DT (p=0,0011) e 7DT (p=0,0001), apenas para o GE, como ilustra a figura 17.




Média da amplitude de movimento e erro padrão na Goniometria de flexão de cotovelo
AT- Antes do treinamento; DT- Depois do treinamento; 48DT- 48 horas depois do treinamento; 7DT- Sete dias depois do treinamento

**Figura 17 - Goniometria de flexão de cotovelo**

Sumarizando, o treino por meio dos jogos promoveu um aumento da amplitude ativa de flexão de ombro e cotovelo, mantida após o termino do treinamento. Por outro lado, houve um aumento na ADM de abdução do ombro entre a primeira e terceira e primeira e última avaliações para ambos os grupos.

# 5 DISCUSSÃO

Este estudo investigou a transferência dos ganhos obtidos por meio do treino em RV para a função do MSP, mensurada por meio da amplitude ativa do movimento de cotovelo e ombro, e do nível de atividade, mensurada por meio da capacidade de realizar movimentos coordenados e repetitivos em direção ao alvo, em pacientes com sequelas crônicas de AVC.

Os resultados mostraram que o treino promoveu melhoras significativas nesses domínios, mantidas após o termino do treino. O confronto desses resultados com os obtidos pelo grupo controle, não treinado, garante que a melhora não pode ser atribuída à exposição repetida aos testes. Esses resultados confirmam a hipótese inicial deste estudo de que pacientes com sequelas crônicas de AVC seriam capazes de transferir os ganhos obtidos por meio de um treinamento baseado em jogos do NW para tarefas similares não treinadas.

Por outro lado, o aumento tanto da velocidade como ADM de abdução de ombro independente do treinamento, ou seja, observada para ambos os grupos, sugere que a melhora se deu pela repetição dos testes. Em outras palavras, o treinamento não foi efetivo para promover uma melhora que superasse o efeito de repetição do teste. Provavelmente isso esteja a característica dos jogos selecionados, que demandavam, proporcionalmente, menos abdução em comparação a flexão de ombro. Na revisão realizada por Thomson e colaboradores (2014), observou-se que jogos comerciais apresentam uma maior frequência de realização dos movimentos de flexão de ombro e cotovelo nas simulações de esportes ou jogos de coordenação motora. Considerando que a aprendizagem motora é altamente especifica e que a transferência depende dos componentes compartilhados entre a tarefa aprendida e a tarefa para a qual se espera transferência, é plausível supor que a ausência de ganhos associados ao treino nos testes de abdução esteja associada a não especificidade do treino para esse vetor de movimento.

Já para os demais testes, as tarefas selecionadas para investigar a transferência compartilhavam diversos componentes motores com os jogos selecionados, como movimentos repetidos, coordenados, rápidos, em direções

variadas, demandando principalmente flexo-extensão de cotovelo e ombro. Entretanto, esses componentes motores foram realizados em um contexto muito diferente do contexto do treino. Isso porque, o contexto dos jogos além de envolver RV, oferecia uma alta frequência de realimentação visual e auditiva do desempenho durante o jogo e do resultado final. Além disso, o contexto dos jogos era altamente motivador. Já o contexto dos testes de transferência, não oferecia realimentação do desempenho ou resultado e estímulos motivadores, além, é claro, de serem desenvolvidos em ambiente real.

Assim, a principal evidência que se desprende do presente estudo é que os pacientes foram capazes de transferir a aprendizagem adquirida em RV para atividades similares, realizadas em contextos diferentes. Essa evidência fortalece o potencial terapêutico desse tipo de treinamento para a reabilitação, respondendo a duas questões ainda não completamente respondidas: a primeira se desprende da falha de evidências conclusivas sobre o real potencial de transferência dos ganhos obtidos em RV para atividades reais. Essa tem sido considerada a grande barreira para a incorporação desse tipo de treino tanto para a reabilitação motora como cognitiva em diferentes populações. Estudos têm mostrado resultados diversos, seguindo diferentes procedimentos, em muitos casos inadequados para avaliar de fato a transferência de aprendizagem; como é o caso dos estudos de Saposnik e Levin (2010), Thompson-Butel e colaboradores (2015) e Adie e colaboradores (2016), que utilizaram apenas escalas funcionais como meio de avaliação da transferência e não uma tarefa específica, avaliando assim habilidades e capacidades globais aplicadas em diferentes contextos. Na população de pessoas com sequelas de AVC, os poucos estudos que investigaram essa questão mostraram resultados incongruentes, como nos estudos de Mouawad e colaboradores (2011) e Chen e colaboradores (2014) que mensuraram a amplitude de movimento do MS após aprendizagem por meio do NW e apenas o primeiro estudo obteve como resultado uma transferência positiva para a amplitude de movimento passiva e ativa do MS; Choi e colaboradores (2014), encontraram uma transferência positiva no teste de força de preensão, após aprendizagem por meio do NW, mas não para o teste de função manual e para o movimento de pinça ao movimentar pinos. Isso justifica porque nas últimas meta análises realizadas, a qualidade das evidências a favor do uso de RV,

particularmente videogames, para a reabilitação do MSP tenha sido considerada insuficiente, embora promissora (LAVER, *et al*., 2012; LAVER, *et al*., 2015).

A segunda importante questão é a relevância dos efeitos da RV para a vida cotidiana das pessoas com AVC. Segundo a última diretriz sobre reabilitação em AVC, a atual base de evidência sobre isso ainda é fraca (WISTEIN *et al*., 2016). Assim, embora avaliar o impacto sobre a funcionalidade não tenha sido objetivo deste estudo, a transferência positiva dos ganhos para tarefas similares realizadas em contextos indubitavelmente diferentes, sugere que a incorporação desse tipo de treinamento como ferramenta terapêutica poderia ampliar o impacto do treino nas atividades cotidianas dos pacientes. Isso porque, como já mencionado, treinamentos que ofereçam alta variabilidade favorecem a transferência, a despeito de serem mais desafiadores nas fases iniciais (LEWTHWAITE E WULF, 2010; ALI *et al*., 2012; WULF E LEWTHWAITE, 2016). O treino por meio de videogames oferece uma grande variabilidade de estímulos imprevisíveis, em diferentes velocidades, direções e amplitudes. Comparados com o ambiente terapêutico denominado convencional por ser o mais frequentemente utilizado, mesmo que sejam propostas tarefas com alguma variabilidade como, por exemplo, alcançar bolas lançadas pelo terapeuta, a variabilidade alcançada provavelmente seja menor quando comparada aos estímulos oferecidos por meio de um sistema computadorizado programado para, no caso dos jogos comerciais, indivíduos saudáveis. Isso poderia ser tomado como uma desvantagem, entretanto, se o nível de dificuldade for compatível com o desempenho do paciente, torna o treino desafiador, como preconizado pelas diretrizes terapêuticas atuais.

O estudo de Prange e colaboradores (2010), comparou pacientes após o AVC e indivíduos saudáveis ao realizar o movimento de alcance (elevação do ombro e flexão de cotovelo); o resultado indicou que pacientes com AVC crônico apresentaram um tempo de movimentação maior para realizar a atividade. No presente estudo, os testes de transferência de precisão motora e velocidade que avaliaram flexão de ombro e cotovelo, mostraram que os participantes do GE diminuíram o tempo de teste, ou seja, aumentaram a velocidade ao realizar esses movimentos, transferindo para o AR o ganho motor adquirido por meio dos jogos. O mesmo foi observado para os testes de

transferência que realizaram a mensuração da amplitude de movimento de flexão de ombro e cotovelo, que indicaram que os participantes do GE apresentaram um aumento no grau de amplitude de movimento, transferindo para o AR o ganho motor adquirido por meio dos jogos.

De acordo com a CIF, a funcionalidade pode ser dividida nas seguintes dimensões: (1) função e estrutura, (2) atividade e (3) participação. Função e estrutura tem uma forte relação no nível de participação e atividade de desempenho, interferindo nesses níveis. Assim, a melhora da função é fundamental para a restauração da funcionalidade. O presente estudo mostrou que, mesmo depois de um curto período de treinamento utilizando RV, houve melhoras significativas na velocidade (domínio de atividade) e amplitude de movimento (domínio de função) de flexão do ombro e flexão de cotovelo em AR, em indivíduos com sequelas crônicas após o AVC.

Embora não tenha sido proposito do presente estudo avaliar o impacto do treino sobre a independência das AVDs, esses movimentos estão envolvidos na maioria das AVDs. As melhoras da amplitude e velocidade do movimento são consideradas fundamentais para um controle motor eficiente. Os ganhos destes componentes são considerados relevantes para a restauração funcional do MSP. Zackowski e colaboradores, 2004, ao analisar o alcance em indivíduos hemiparéticos, concluíram que a presença de uma articulação com alteração em sua amplitude pode prejudicar o movimento do MS até o alvo de alcance e a alteração da força muscular explica a maior parte da variância da velocidade do movimento; esses comprometimentos refletem um problema de controle motor fundamental em indivíduos hemiparéticos.

Vale ainda ressaltar que, no presente estudo, o fisioterapeuta interferiu por meio de comandos verbais e táteis de forma a facilitar que o paciente alcançasse o melhor de empenho nos jogos como o mínimo de movimentos compensatórios indesejados. Embora avaliar o impacto dessa variável nos resultados obtidos não tenha sido objetivo do presente estudo, acreditamos que esse seja um aspecto fundamental que deve ser investigado por estudos futuros. Levac e Galvin (2013) argumentam que é preciso referir-se a RV como terapia quando esta é coordenada por um terapeuta que realiza uma intervenção com a necessidade individual de cada paciente, avalia o progresso

em termos de desafio em tempo real e a dificuldade do paciente desenvolver habilidades, e observa a forma flexível de resposta à mudanças; em resposta ao apelo de alguns autores sobre a utilização da RV sem supervisão de um terapeuta, devido ao benefício de uma redução de custos e aumento da acessibilidade da prestação de serviços.

O treinamento dos jogos foi realizado com o paciente sentado em um banco adaptado com a plataforma Wii Balance Board®, a fim de eliminar possíveis alterações de equilíbrio em ortostatismo, fazendo com que o indivíduo concentrasse mais a atenção no MS. Entretanto, um fator limitante do estudo foi a não realização do controle dos possíveis movimentos compensatórios de tronco. Na revisão sistemática de Pain e colaboradores (2015), avaliou-se o efeito da restrição de tronco (TR) e movimentos compensatórios em indivíduos com AVC durante o alcance funcional; a restrição do tronco proporcionou a diminuição do deslocamento compensatório do tronco, o aumento da extensão do cotovelo e o aumento da flexão do ombro. Bang (2016), descreve que a estratégia compensatória do tronco pode impedir a recuperação funcional do MS a longo prazo, e avaliou em seu estudo os efeitos da terapia de movimento por restrição induzida combinada, com feedback auditivo para controle de tronco sobre a função e as AVDs em pacientes com AVC subagudo; os achados sugerem que a terapia de restrição induzida, combinada com o feedback auditivo para controle do tronco é mais útil para melhorar a função do MS do que apenas a restrição induzida. Seria importante a realização de um estudo que controlasse os movimentos compensatórios do tronco, para verificar se os ganhos obtidos por meio da RV para o MSP seriam transferidos para o AR.

Uma limitação do NW é que o uso dessa terapia pode não se aplicar a indivíduos incapazes de segurar os controles *Wii Remote* e o *Nunchuk*. Para evitar essa situação, um cabo foi adaptado ao controle *Wii Remote* visando uma melhor acomodação da mão do participante nos jogos *Canoeing* e *Wakeboarding* e, caso o participante não fosse capaz de segurar o controle Wii Remote ou o cabo sua mão era fixada no objeto através de um velcro. Essa limitação também foi observada no estudo de Choi e colaboradores (2014), onde os pacientes que eram incapazes de segurar o controle *Wii Remote,* utilizaram uma fixação no antebraço parético.

Finalmente, novos estudos, a fim de verificar os efeitos do treinamento extensivo, utilizando a RV, são fundamentais para validar esse tipo de intervenção para a melhoria da funcionalidade do MSP em indivíduos com sequelas pós-AVC.

# 6 CONCLUSÃO

Os pacientes com sequelas crônicas de AVC foram capazes de transferir os ganhos motores obtidos por meio do treino em RV para tarefas que compartilhavam os mesmos componentes motores, realizadas em um contexto diferente. Com base nessas evidências, o treinamento em RV, utilizando NW, pode ser considerado uma estratégia útil para melhorar a amplitude de movimento articular e velocidade de movimento do MSP, mesmo em pacientes com AVC crônico.

# 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ABBRUZZESE, G.; TROMPETTO, C.; MARINELLI, L. The rationale for motor learning in Parkinson's disease. **Eur J Phys Rehabil Med**. v. 45, n. 2, p. 209-14, 2009.

ADAMOVICH, S. V., *et al*. A virtual reality based exercise system for hand rehabilitation post-stroke: transfer to function. **Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc**. v.7, p.4936-9, 2004.

ADAMS, R. D.; VICTOR, M.; ROPPER, A. H. **Doenças Vasculares Cerebrais**. In: Neurologia. 6 ed. Santiago do Chile: Ed McGraw-Hill, p.513-574, 1998.

ADIE, K., *et al*. Does the use of Nintendo Wii Sports TM improve arm function? Trial of WiiTM in Stroke: A randomized controlled trial and economics analysis. **Clin Rehabil**. 2016.

ALI, A., *et al*. Too Much of a Good Thing: Random Practice Scheduling and Self-Control of Feedback Lead to Unique but Not Additive Learning Benefits. **Front Psychol**. v. 3, p. 503, 2012.

ARYA, K. N., et al. Movement therapy induced neural reorganization and motor recovery in stroke: A review. **J Bodyw Mov Ther**. v.15, n. 4, p. 528-37, 2011.

BALDWIN, T. T.; FORD, J. K. Transfer of training: a review and directions for future research**. Personnel Psychology**. v.41, p. 63-105, 1988.

BANG, D. H. Effect of Modified Constraint-Induced Movement Therapy Combined with Auditory Feedback for Trunk Control on Upper Extremity in Subacute Stroke Patients with Moderate Impairment: Randomized Controlled Pilot Trial. **J Stroke Cerebrovasc Dis**. v.25, n.7, p.1606-12, 2016.

BATTING, W.F., 1972**. ‘Intratask interference as a source of facilitation in transfer and retention**’. In: MAGILL, R. A.; HALL, K. G. A review ‘of the contextual interference effect in motor skill acquisition. Human Movement Science v.9, p.241-289, 1990.

BATTING, W.F., 1979. **‘The flexibility of human memory’**. In: MAGILL, R. A.; HALL, K. G. A review ‘of the contextual interference effect in motor skill acquisition. Human Movement Science v.9, p.241-289, 1990.

BLACKBURN, D. J., *et al*. Cognitive screening in the acute stroke setting. **Age and Ageing**. v.0, p. 1–4, 2012.

BOHANNON, R. W.; SMITH, M. B. Interrater reliability of a Modified Ashworth Scale of muscle spasticity. **Phys Ther**. v.67,p.206–207, 1987.

BOYD, L. A.; VIDONI, E. D.; WESSEL, B. D. Motor learning after stroke: Is skill acquisition a prerequisite for contralesional neuroplastic change? **Neuroscience Letters**. v. 482, p.21–25, 2010.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE - SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. **Diretrizes de atenção à Reabilitação da pessoa com Acidente Vascular Cerebral.** Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2013.

BROEREN, J., *et al*. Virtual Rehabilitation in an Activity Centre for Community-Dwelling Persons with Stroke. **Cerebrovascular Disease**. v.26, p.289-296, 2008.

BRONNER, S., *et al*. Physiological and psychophysiological responses to an exer-game training protocol. **J Sci Med Sport**. 2015.

BÜTEFISCH, C. M. Plasticity in the human cerebral cortex: lessons from the normal brain and from stroke. **Neuroscientis**t. v.10, n.2, p.163-73, 2004.

CAI, Q., *et al*. A modification of intraluminal middle cerebral artery occlusion/reperfusion model for ischemic stroke with laser Doppler flowmetry guidance in mice. **Neuropsychiatr Dis Treat**. v.12, p. 2851–2858, 2016.

CAMEIRÃO, M. S., *et al*. Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: A randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the Rehabilitation Gaming System. **Restorative Neurology and Neuroscience**. v.29, p.287-298, 2011.

CAPOVILLA, A. G. S; ASSEF, E. C. S.; COZZA, H. F. P. Avaliação neuropsicológica das funções executivas e relação com desatenção e hiperatividade. **Aval. psicol**. v.6, n.1, 2007.

CAURAUGH, J. H.; SUMMERS, J. J. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke**. Progress in Neurobiology**. v.75, p.309–320, 2005.

CELINDER, D.; PEOPLES, H. Stroke patients' experiences with Wii Sports during inpatient rehabilitation. **Scand J Occup Ther**. v.19, n.5, p.457-63, 2012.

CHEN, M. H., *et al*. A controlled pilot trial of two commercial video games for rehabilitation of arm function after stroke. **Clin Rehabil**. 2014.

CHEONG, J. P.; LAY, B.; RAZMAN, R. Investigating the Contextual Interference Effect Using Combination Sports Skills in Open and Closed Skill Environments. **J Sports Sci Med**. v.15, n.1, p.167-75, 2016.

CHOI, J. H., *et al*. Effectiveness of commercial gaming-based virtual reality movement therapy on functional recovery of upper extremity in subacute stroke patients. **Ann Rehabil Med**. v.38, n.4, p.485–493, 2014.

CHOO, P. L., et al. Correlations between arm motor behavior and brian function following bilateral arm training after stroke: a systematic review. **Brain Behav**. v.26, n.5, 2015.

COPSTEIN, L.; FERNANDES, J. G.; BASTOS, G. A. N. Prevalence and risk factors for stroke in a population of Southern Brazil. **Arq Neuropsiquiatr**. v.71, n.5, p.294-300, 2013.

COSTA, E. C.; NAKATANI, A. Y. K.; BACHION, M. M. Capacidade de idosos da comunidade para desenvolver Atividades de Vida Diária e Atividades Instrumentais de Vida Diária. **Acta Paul Enferm**. v.19, n.1, p.43-35, 2006.

COSTA, R. M.; COHEN, D.; NICOLELIS, M. A. L. Differential Corticostriatal Plasticity during Fast and Slow Motor Skill Learning in Mice. **Current Biology**. v. 14, p.1124–1134, 2004.

CROSBIE, J. H., *et al*. Virtual reality in stroke rehabilitation: Still more virtual than real. **Disability and Rehabilitation**. v.29, n.14, p.1139-1146, 2007.

DIPIETRO, L., *et al*. Submovement changes characterize generalization of motor recovery after stroke. **Cortex**. v.45, n.3, p.318-24, 2009.

DONG, Y. H., *et al*. The Montreal Cognitive Assessment (MoCA) is superior to the Mini-Mental State Examination (MMSE) for the detection of vascular cognitive impairment after acute stroke. **Journal of the Neurological Sciences**. v.299, p.15-18, 2010.

DOYON, J., *et al*. Functional brain plasticity associated with motor learning. **Med Sci** (Paris). v.27, n.4, p.413-20, 2011.

ELION, O., *et al*. Balance maintenance as an acquired motor skill: Delayed gains and robust retention after a single session of training in a virtual environment. **Brain Res**. v.1609, p.54-62, 2015.

FANG, Y., et al. Hemispheric activation during planning and execution phases in reaching post stroke: a consort study. **Medicine (Baltimore)**. v.94, n.3, 2015.

FARIA-FORTINI, I., *et al.* Upper extremity function in stroke subjects: relationships between the international classification of functioning, disability, and health domains. **J Hand Ther**. v.24, n.3, p.257-64, 2011.

FRENCH, B. *et al*. Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A Cochrane systematic review and meta-analysis. **J Rehabil Med**. v.42, n.1, p.9-14, 2010.

FURUYA, S.; NAKAMURA, A.; NAGATA, N. Transfer of piano practice in fast performance of skilled finger movements. **BMC Neuroscience**. v.14, p.133, 2013.

GAGLIARDI, R. Acidente vascular cerebral ou acidente vascular encefálico? Qual a melhor nomenclatura? [carta ao editor]. **Rev Neurocienc**. v.18, n.2, p.131-2, 2010.

GAJDOSIK, R. L.; BOHANNON, R. W. Clinical measurement of range of motion. Review of goniometry emphasizing reliability and validity. **Phys Ther**. v.67, n.12, p.1867-72, 1987.

GODEFROY, O., *et al*. Is the Montreal Cognitive Assessment superior to the Mini-Mental State Examination to detect poststroke cognitive impairment? A study with neuropsychological evaluation. **Stroke**. v.42, n.6, p.1712-1716, 2011.

GOLJAR, N., *et al*. Measuring patterns of disability using the international classification of functioning, disability and health in the post-acute stroke rehabilitation setting. **J Rehabil Med**. v.43, p.590-601, 2011.

GREFKES, C.; WARD, N. S. Cortical reorganization after stroke: how much and how functional? **Neuroscientist**. v. 20, n.1, p. 56-70, 2014.

GRYSIEWICZ, R.; GORELICK, P. B. Key Neuroanatomical Structures for Post-Stroke Cognitive Impairment. **Curr Neurol Neurosci Rep**. v.12, p.703–708, 2012.

HATEM, S. M., *et al*. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. **Front Hum Neurosci**. v.10, p.442, 2016.

HIJMANS, J. M., *et al*. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller. **Journal of Rehabilitation Research & Development**. v. 48, n.8, p.1005-1014, 2011.

HIKOSAKA, O. *et al*. Central mechanisms of motor skill learning**. Curr Opin Neurobiol**. v.12, n.2, p.217-22, 2002.

HOSP, J.A.; LUFT, A.R. Cortical plasticity during motor learning and recovery after ischemic stroke. **Neural Plast**. p. 1-9, 2011.

HUBBARD, I. J., *et al*. Task-specific training: evidence for and translation to clinical practice. **Occup Ther Int**. v. 16, n. 3-4, p. 175-189, 2009.

HURFORD, R., *et al*. Domain-specific trends in cognitive impairment after acute ischaemic stroke. **J Neurol**. v.260, n.1, p.237-41, 2013.

ISSURIN, V. B. Training Transfer: Scientific Background and Insights for Practical Application. **Sports Med**. v.43, p.675–694, 2013.

JIANG, L.; XU, H.; YU, C. Brain connectivity plasticity in the motor network after ischemic stroke. **Neural Plast**. 2013.

JOO, L. Y., *et al*. A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke. **Journal Rehabilitation Medicine**. v.42, p.437–441, 2010.

KAFRI, M., et al. Energy Expenditure and Exercise Intensity of Interactive Video Gaming in Individuals Poststroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**. v.28, n.1, p.56-65, 2014.

KANDEL, E. R., *et al*. **Princípios de Neurociências**. 5 ed. Porto Alegre: AMGH, 2014.

KARNI, A. Adult cortical plasticity and reorganization. **Science & Medicine**. v.4, n.1, p.24-33, 1997.

KARNI, A. The acquisition of perceptual and motor skills: a memory system in the adult human cortex. **Cognitive Brain Research**. v.5, p.39-48, 1996.

KARNI, A. *et al*. The acquisition of skilled motor performance: fast and slow experience-driven changes in primary motor cortex. **Proc Natl Acad Sci USA**. v.95, n.3, p.861-8, 1998.

KASTENSMID, C. Os impactos das tecnologias dos jogos digitais multijogadores na jogabilidade social. **Sessões do imaginário**. n.23, p.59-71, 2010.

KIM, B. R., *et al*. Effect of virtual reality on cognition in stroke patients. **Ann Rehabil Med**. v.35, n.4, p.450-9, 2011.

KRAKAUER, J. W. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. **Curr Opin Neurol**. v.19, n.1, p.84–90, 2006.

LANGHORNE, P.; BERNHARDT, J.; KWAKKEL, G. Stroke rehabilitation. **Lancet**. v.377, p.1693-1702, 2011.

LAVER, K., *et al*. Cochrane review: virtual reality for stroke rehabilitation. **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine**. v.48, n.3, p.523-30, 2012.

LAVER, K. E., *et al*. Virtual reality for stroke rehabilitation. **Cochrane Database Syst Rev**. v.2, CD008349, 2015.

LEAL, G.; MARTINS, I. P. Avaliação da afasia pelo médico de família. **Rev Port Clin Geral.** v.21, p. 359-64, 2005.

LEVAC, D. E.; GALVIN, J. When is virtual reality "therapy"? **Arch Phys Med Rehabil**. v. 94, n.4, p.795-8, 2013.

LEWTHWAITE, R.; WULF, G. Grand challenge for movement science and sport psychology: Embracing the social-cognitive-affective-motor nature of motor behavior. **Frontiers in Psychology**. v.1, p.42, 2010.

LOTUFO, P. A. Stroke in Brazil: a neglected disease. **São Paulo Medical Journal**. v.123, n.1, p.3-4, 2005.

MACHADO, A. B. M.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia funcional**. 3ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2014.

MAGILL, R. A.; HALL, K. G. A review ‘of the contextual interference effect in motor skill acquisition. **Human Movement Science.** v.9, p.241-289, 1990.

MARRONE, L. C. P., *et al*. Risk Factors among Stroke Subtypes in Brazil. **Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases**. v.22, n.1, p.32-35. 2013.

MARTINS, S. C, *et al*. Past, present, and future of stroke in middle-income countries: the Brazilian experience. **Int J Stroke**. v.8, 2013.

MEHNDIRATTA, P., CHAPMAN, S. S., WORRALL, B. B. Etiologic stroke subtypes: updated definition and efficient workup strategies. **Curr Treat Options Cardiovasc Med**. v. 17, n. 1, p. 357, 2015.

MEIER, B.; COCK, J. Offline consolidation in implicit sequence learning. **Cortex**. v. 57, p. 156-66, 2014.

MEMÓRIA, C. M., *et al*. Brief screening for mild impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment. **Int J Geriatr Psychiatry**. v.28, n.1, p.34-40, 2013.

MENDES, F. A., *et al*. Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease – effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. **Physiotherapy**. v.98, p.217–23, 2012.

MORRIS, J. H., *et al*. A Comparison of Bilateral and Unilateral Upper-Limb Task Training in Early Poststroke Rehabilitation: A Randomized Controlled Trial. **Arch Phys Med Rehabil**. v.89, p.1237-1245, 2008.

MORRIS, R. G. Elements of a neurobiological theory of hippocampal function: the role of synaptic plasticity, synaptic tagging and schemas. **European Journal Neuroscience**. v.23, p.2829-2846, 2006.

MOUAWAD, M. R., *et al*. Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. **Journal Rehabilitation Medicine**. v.43, p.527-533, 2011.

MOURA, A. A. G. de; CARVALHO, E. F. de; SILVA, N. J. C. da. Repercussão das doenças crônicas não–transmissíveis na concessão de benefícios pela previdência social. **Ciênc. saúde coletiva**. v.12, n.6, 2007.

MUELLBACHER, W *et al*. Early consolidation in human primary motor cortex. **Nature**. v.415, n.6872, p.640-4, 2002.

NASREDDINE, Z. S., *et al*. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. **Journal of the American Geriatrics Society**. v.53, p.695-9, 2005.

NATIONAL CLINICAL GUIDELINE CENTRE (UK). Stroke rehabilitation: long term rehabilitation after stroke. **London: Royal College of Physicians**. 2013.

OLIVEIRA, T. P. de; ARAÚJO, R. C. T; SOARES, E. Negligência unilateral pós-acidente vascular encefálico: atuação da Terapia Ocupacional. Cad**. Ter Ocup. UFSCar**. v.22, n.2, p. 419-428. 2014.

OMIYALE, O; CROWELL, C. R.; MADHAVAN, S. Effect of Wii-Based Balance Training on Corticomotor Excitability Post Stroke. **J Mot Behav**. v.47, n.3, p.190-200, 2015.

ONES, K., *et al*. Effects of age, gender, and cognitive, functional and motor status on functional outcomes of stroke rehabilitation. **NeuroRehabilitation**. v.25, n.4, p.241-9, 2009.

PAIN, L. M., et al. Effect of trunk-restraint training on function and compensatory trunk, shoulder and elbow patterns during post-stroke reach: a systematic review. **Disabil Rehabil**. v. 37, n.7, p. 553-62, 2015.

PALLUEL-GERMAIN, R.; JAX, S. A.; BUXBAUM, L. J. Visuo-motor gain adaptation and generalization following left hemisphere stroke. **Neurosci Lett**. v.498, n.3, p.222–226, 2011.

PAULO, R. B., *et al*. Acidente vascular cerebral isquêmico em uma enfermaria de neurologia: complicações e tempo de internação. **Revista da Associação Médica Brasileira**. v.55, n.3, p.313- 316, 2009.

PIRON, L., *et al*. Motor Learning Principles for Rehabilitation: A Pilot Randomized Controlled Study in Poststroke Patients. **Neurorehabilitation and Neural Repair**. v.24, n.6, p.501–508, 2010.

POLLOCK, A., *et al*. Interventions for improving upper limb function after stroke. **Cochrane Database Syst Rev**. v.11, CD010820, 2014.

PRANGE, G. B., *et al*. An explorative, cross-sectional study into abnormal muscular coupling during reach in chronic stroke patients. **J Neuroeng Rehabil**. v.7, 2010.

QUANEY, B. M., *et al*. Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. **Neurorehabil Neural Repair**. v.23, n.9, p.879-85, 2009.

SACCO, R. L., *et al.* An Updated Definition of Stroke for the 21st Century: a Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**. v. 44, n.7, p. 2064-89, 2013.

SANCHEZ, D. J.; REBER, P. J. Explicit pre-training instruction does not improve implicit perceptual-motor sequence learning. **Cognition**. v.126, p.341–351, 2013.

SANCHEZ, D. J.; YARNIK, E. N.; REBER, P. J. Quantifying transfer after perceptual-motor sequence learning: how inflexible is implicit learning? **Psychol Res**. v.79, n.2, p.327-43, 2015.

SAPOSNIK, G.; LEVIN, M. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation: A Meta-Analysis and Implications for Clinicians. **Stroke**. v.42, p.1380-1386, 2011.

SCHAEFER, S.Y.; PATTERSON, C. B.; LANG, C. E. Transfer of training between distinct motor tasks after stroke: Implications for task- specific approaches to upper extremity neurorehabilitation. **Neurorehabil Neural Repair**. 2 v. 27, n.7, p. 602–612, 2013.

SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e performance motora**: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SCHREIWEIS, C. *et al*. Humanized Foxp2 accelerates learning by enhancing transitions from declarative to procedural performance. **Proc Natl Acad Sci U S A.** v.111, n.39, p. 14253–14258, 2014.

SCHWEIZER, T. A.; AL-KHINDI, T.; MACDONALD, R. L. Mini-Mental State Examination versus Montreal Cognitive Assessment: Rapid assessment tools for cognitive and functional outcome after aneurysmal subarachnoid hemorrhage**. Journal of the Neurological Sciences**. v.316, p.137–140, 2012.

SENESAC, C. R.; DAVIS, R.; RICHARDS, L. Generalization of a modified form of repetitive rhythmic bilateral training in stroke. **Hum Mov Sci**. v.29, n.1, p.137-48, 2010.

SHARMA, N.; COHEN, L. G. Recovery of Motor Function After Stroke. **Dev Psychobiol**. v. 54, n.3, p. 254-62, 2012.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H**. Controle motor**: teoria e aplicações práticas. 3 ed. Barueri: Manole, 2010.

SILVA, V. D. R. **Mecanismos Neurais da Memória Procedural**. 8f. Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação / UNICAMP. Departamento de Semicondutores, Instrumentos e Fotônica - Laboratório de NanoEngenharia e Diamante, 2009.

TAKEUCHI, N.; IZUMI, S. Rehabilitation with Poststroke Motor Recovery: a review with a focus on neural plasticity. **Stroke Research and Treatment**. 128641, 2013.

TANG, A., *et al*. Cognition and motor impairment correlates with exercise test performance after stroke. **Med Sci Sports Exerc**. v.45, n.4, p.622-7, 2013.

TEIXEIRA-SAMELA, L. F., *et al*. Content comparisons of stroke-specific quality of life based upon the international classification of functioning, disability, and health. **Qual Life Res**. v.18, p.765-773, 2009.

THOMAS, K. M.; NELSON, C. A. Serial Reaction Time Learning in Preschooland School-Age Children. **Journal of Experimental Child Psychology**. v.79, p.364–387, 2001.

THOMPSON-BUTEL, A. G., *et al*. Comparison of three tools to measure improvements in upper-limb function with poststroke therapy. **Neurorehabil Neural Repair**. v. 29, n.4, p.341-8, 2015.

THOMSON, K., et al. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. **Int J Stroke**. v.9, n.4, p.479-88, 2014.

THORNDIKE, E. L.; WOODWORTH, R. S. The influence of improvement in one mental function upon the efficiency of other functions. **Psychol Rev**. v.8, p.247–61, 1901.

TOGLIA, J., *et al*. The Mini-Mental State Examination and Montreal Cognitive Assessment in Persons With Mild Subacute Stroke: Relationship to Functional Outcome. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**. v.92, n.5, p.792-798, 2011.

USTÜN, T. B, *et al.* The International Classification of Functioning, Disability and Health: a new tool for understanding disability and health. **Disability and rehabilitation**. v.25, n.11-12, p. 565-71, 2003.

VAN DUIJNHOVEN, H. J. R., *et al*. Development and Process Evaluation of a 5-Week Exercise Program to Prevent Falls in People after Stroke: The FALLS Program. **Stroke Research and Treatment**. 1-7, 2012.

WADDEN, K. P., *et al*. Compensatory motor network connectivity is associated with motor sequence learning after subcortical stroke. **Behav Brain Res**. v. 286, p. 136-45, 2015.

WADDEN, K. P., *et al*. Predicting Motor Sequence Learning in Individuals With Chronic Stroke. **Neurorehabil Neural Repair**. Aug 2016.

WALLER, S. M.; WHITALL, J. Bilateral arm training: Why and who benefict? **NeuroRehabilitation**. v.23, n.1, p.29-41, 2008.

WILLINGHAM, D. B.; NISSEN, M. J.; BULLEMER, P. On the development of procedural knowledge. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**. v.15, n.6, p.1047-1060, 1989.

WINSTEIN, C. J., et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. **Stroke**. v. 47, n.6, p.e98-e169, 2016.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World report on disability. **WHO Library**, 2011.

WRITING GROUP MEMBERS, *et al*. Heart diseases and stroke statistics - 2016 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**. v.133, n.4, 2016.

WULF, G; LEWTHWAITE, R. Optimizing Performance through Intrinsic Motivation and Attention for Learning: The OPTIMAL Theory of Motor Learning. **Psychon Bull Rev**. v.23, p.1382-1414, 2016.

ZACKOWSKI, K. M., *et al.* How do strength, sensation, spasticity and joint individuation relate to the reaching deficits of people with chronic hemiparesis? **Brain**. v.127. p.1035-1046, 2004.

# 8 ANEXOS

## 8.1 ANEXO 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido

**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

---

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

**1**. NOME: .:.....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : ..... SEXO : .M □ F □
DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....
BAIRRO: ..... CIDADE .....
CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

**2**.RESPONSÁVEL LEGAL .....
NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....
DOCUMENTO DE IDENTIDADE :.....SEXO: M □ F □
DATA NASCIMENTO.: ...../...../.....
ENDEREÇO:.....Nº..... APTO: .....
BAIRRO:.....CIDADE: .....
CEP:.....TELEFONE: DDD (....).....

---

**DADOS SOBRE A PESQUISA**

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: : EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA DE MEMBRO SUPERIOR DE PACIENTES COM SEQUELAS CRONICAS DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO

2. PESQUISADOR : MARIA ELISA PIMENTEL PIEMONTE

CARGO/FUNÇÃO: DOCENTE INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL Nº 12863-F

UNIDADE DO HCFMUSP: DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

| | | | |
|---|---|---|---|
| RISCO MÍNIMO | x | RISCO MÉDIO | □ |
| RISCO BAIXO | □ | RISCO MAIOR | □ |

4.DURAÇÃO DA PESQUISA : DOIS ANOS

**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Este estudo tem como objetivo comparar os efeitos de dois tipos de treinamento, um baseado em exercícios orientados por um fisioterapeuta e outro em jogos de um videogame, para melhorar os movimentos do braço que ficou mais fraco depois do Acidente Vascular Encefálico.

Caso o(a) Senhor(a) concorde em participar deste estudo, o(a) Senhor(a) passará por uma avaliação da movimentação e função do seu membro superior (braço) por meio de testes e de perguntas realizadas por um fisioterapeuta qualificado e treinado. Essa avaliação será repetida no final do treinamento pelo mesmo fisioterapeuta e após 2 meses do final do treinamento.

Após a avaliação, o(a) Senhor(a) participará de um sorteio para definir qual dos dois tipos de treinamento o(a) Senhor(a) realizará. Ambos os treinamentos serão realizados duas vezes por semana, aqui neste mesmo local e terão duração de 60 minutos.

A primeira etapa dos dois treinamentos é idêntica e consiste em exercícios de aquecimento global para mobilidade e elasticidade do membro superior (braço). Já na segunda etapa, os treinamentos são diferentes: se o(a) Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento com o videogame, o(a) senhor(a), com o auxilio de um fisioterapeuta, treinará 10 jogos do videogame Nintendo Wii® Sports, cinco em cada sessão; se o(a) Senhor(a) for sorteado(a) para o tratamento com exercícios, o(a) Senhor(a) fará vários movimentos, orientados pelo fisioterapeuta, parecidos com os jogos do videogame.

Em qualquer um dos tratamentos que o(a) Senhor(a) for sorteado, a possibilidade de riscos é mínima, sendo que, como o(a) Senhor(a) não está acostumado com os exercícios, pode sentir desconfortos mínimos, como, por exemplo, cansaço muscular.

Embora o objetivo deste estudo seja melhorar a movimentação do membro superior (braço) de pacientes que tiveram um Acidente Vascular

Encefálico, como se trata de um estudo experimental não é possível garantir que o Senhor(a) perceba qualquer dessas melhoras.

Colocamo-nos a disposição para responder qualquer pergunta ou esclarecer qualquer dúvida sobre o estudo. A pesquisadora principal e orientadora é a fisioterapeuta Maria Elisa Pimentel Piemonte e as pesquisadoras executantes são as fisioterapeutas Danielle Borrego Perez, Joyce Xavier Muzzi de Gouvêa, Camila Souza Miranda e Tatiana de Paula Oliveira, que podem ser localizadas no endereço – Rua Cipotânea, 51 na Cidade Universitária ou pelo telefone (11) 3091-8427.

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) –Av. Dr. Arnaldo, 455 – Instituto Oscar Freire – 2º andar– tel: 3061-8004, FAX: 3061-8004– E-mail: cep.fm@usp.br.

O(A) Senhor(a) tem liberdade de retirar o seu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade das suas atividades aqui neste local.

O(A) Senhor(a) não terá sua identificação revelada, assim como seus dados serão confidenciais, tendo conhecimento somente as pessoas ligadas a este estudo. Toda informação sobre o andamento do estudo será repassada ao Senhor (a), mesmo que estes não sejam favoráveis.

Não haverá despesas pessoais para o(a) Senhor(a) em qualquer fase do estudo e também não haverá compensação financeira relacionada à sua participação. Se houver qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Caso lhe ocorram eventuais danos decorrentes da participação nesta pesquisa, o(a) senhor(a) terá direito a indenização conforme as leis vigentes no país.

Comprometemo-nos a utilizar os dados coletados somente para este estudo.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo” EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA DE MEMBRO SUPERIOR DE PACIENTES COM SEQUELAS CRONICAS DE

ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO”

Eu discuti com a Dra. Maria Elisa Pimentel Piemonte sobre a minha decisão em participar nesse estudo.

Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Declaro ter recebido e entendido informações suficientes sobre os procedimentos do estudo e garantia do pesquisador de que qualquer dúvida será prontamente esclarecida.

Concordo em que as avaliações sejam registradas e que os dados sejam publicados para fins acadêmicos ou científicos, desde que seja mantido o sigilo sobre a minha participação e identificação.

---

Assinatura do paciente/representante legal Data ____/____/____

---

Assinatura da testemunha Data ____/____/____

Para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semianalfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

*(Somente para o responsável do projeto)*

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

---

Assinatura do responsável pelo estudo Data ____/____/____

## 8.2 ANEXO 2 - Aprovação do Comitê de Ética

MEDICINA
USP

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA**

# APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de **01/10/2014, APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **326/14** intitulado**: "EFEITOS DE UM TREINAMENTO EM AMBIENTE VIRTUAL SOBRE A FUNÇÃO MOTORA DE MEMBRO SUPERIOR DE PACIENTES COM SEQUELAS CRONICAS DE ACIDENTE VASCULAR ENCEFÁLICO: UM ENSAIO CLINICO RANDOMIZADO"**
apresentado pelo **Departamento de FISIOTERAPIA, FONOAUDIOLOGIA E TERAPIA OCUPACIONAL**

**Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP- FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12).**

**Pesquisador (a) Responsável: Maria Elisa Pimentel Piemonte**
**Pesquisador (a) Executante: Danielle Borrego Perez**

**CEP-FMUSP, 01 de Outubro de 2014.**

**Prof. Dr. Roger Chammas**
**Coordenador**
**Comitê de Ética em Pesquisa**

Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina
e-mail: cep.fm@usp.br

## 8.3 ANEXO 3- Orientações recebidas pelo GC

**ORIENTAÇÕES PARA PACIENTES COM AVC – FISIOTERAPIA**

**DATA RETORNO 1:**

**DATA RETORNO 2:**

Quando for dormir:

1. Deite de lado (com o lado mais fraco para cima), coloque um travesseiro embaixo da cabeça em uma altura que o pescoço não fique torto nem muito dobrado ou esticado.
2. Coloque 1 ou 2 travesseiros entre os joelhos para apoiar a perna fraca
3. Coloque um travesseiro embaixo do braço mais fraco para que ele não fique caído para frente.

---

Quando sentir cansaço ou dor na coluna

1. Deite de lado com um travesseiro embaixo da cabeça que deixe seu pescoço reto
2. Dobre bem os joelhos
3. Cruze os dedos das mãos e abrace os joelhos puxando as pernas para o peito
4. Fique assim por algum tempo até sentir suas costas relaxarem

---

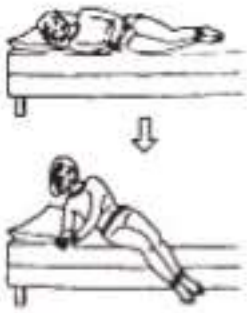
Quando sentir cansaço ou dor na coluna

1. Deite de barriga para cima com o bumbum perto de uma cama, sofá ou cadeira
2. Coloque primeiro uma perna e depois a outra sobre a cama, sofá ou cadeira, com os joelhos dobrados
3. Relaxe bem as costas para apoiá-la no chão
4. Fique assim por algum tempo até sentir suas costas relaxarem

Para relaxar a coluna:

1. Deite de barriga para cima em algo firme (chão ou cama)
2. Dobre as pernas
3. Cruze os dedos das mãos e abrace as duas pernas, tirando os pés do chão
4. Puxe as pernas com a força dos braços levando os joelhos perto da barriga
5. Se for difícil segurar com a mão fraca, abrace as pernas e cruze as mãos na frente
6. Fique assim por 30 segundos

---



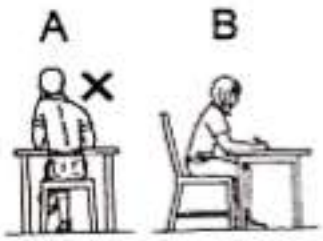
Para levantar da cama:

1. Dobre as pernas o máximo possível, deixando os pés perto do bumbum
2. Vire as duas pernas juntas para o lado que vai levantar (levantar para o lado do corpo que é mais forte)
3. Coloque as duas pernas para fora da cama
4. Apoie o cotovelo do braço que está embaixo na cama
5. Levante, empurrando o corpo com a força do braço apoiado
6. Termine o movimento apoiando bem os dois pés no chão e endireitando o corpo

---

Sentado:

1. De preferência sente em uma cadeira ou poltrona com braço. Evite sofás baixos e moles
2. Os pés precisam ficar bem apoiados no chão. Se a cadeira for alta, coloque um livro debaixo dos pés (não esqueça de tirar quando levantar)
3. Sempre apoie as costas inteiras na cadeira
4. Apoie os cotovelos nos braços da cadeira, principalmente o mais fraco.




Ao sentar em frente a uma mesa:

1. Deixe a cadeira perto da mesa
2. Deixe os cotovelos apoiados na mesa
3. Se a mesa estiver muito alta, coloque uma almofada no assento da cadeira
4. Se a mesa estiver muito baixa coloque livros ou listas telefônicas embaixo dos pés da mesa
5. Deixe os dois pés bem apoiados no chão
6. Deixe o peso distribuído igualmente nos dois lados do bumbum
7. Não deixe o tronco torto nem para frente ou para os lados

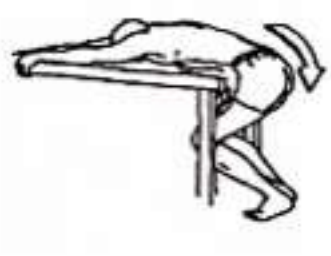
---

Para levantar de uma cadeira:

1. Primeiro escorregue o bumbum para a ponta da cadeira
2. Depois coloque os pés para trás
3. Coloque as duas mãos apoiadas nos joelhos
4. Incline o corpo para frente
5. Levante, usando o apoio das mãos nos joelhos
6. Estique as pernas até ficar em pé

Para sentar em uma cadeira

1. Deixe as pernas perto da cadeira
2. Incline o corpo para frente
3. Dobre os joelhos devagar até sentar

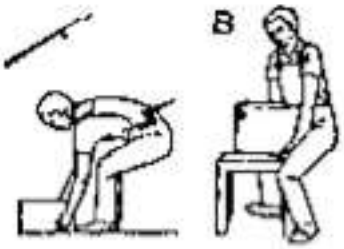


Quando sentir dor ou cansaço na parte de baixo das costas:

1. Apoie a barriga e o peito em uma mesa com um travesseiro embaixo da barriga
2. Dobre os joelhos, segure na borda da mesa com as mãos (se não conseguir se segurar com o braço fraco o coloque em uma posição que não o machuque)
3. Dobre mais os joelhos e solte o peso do corpo na mesa
4. Fique assim por 30 segundos

Volte devagar, esticando os joelhos e levantando o corpo da mesa com ajuda dos braços

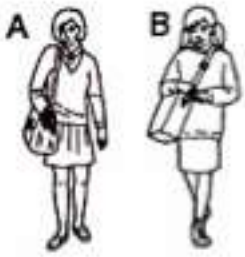
---




Para levantar um peso do chão:

1. Dobre os joelhos para não forçar a coluna
2. Quando estiver pesado coloque o peso primeiro em uma cadeira e depois termine de levantar

---




Quando carregar bolsas e mochilas:

1. Não carregue muito peso
2. Use bolsas que tenha a alça que cruze para o outro lado do corpo

- Evite carregar peso
- Sempre prefira usar um carrinho para compras
- Quando não tiver jeito carregue o pacote bem perto do corpo, abraçando bem com um ou dois braços

---

Para pegar um objeto:

1. Não suba em cadeiras ou bancos
2. Deixe os objetos mais usados em lugares mais baixos
3. Se não tiver jeito peça ajuda